ALVISE COMEL

PRELIMINARI PER UNO STUDIO CHIMICO - IDROLOGICO SULLE ACQUE DEL GORIZIANO

(estratto dal Vol. II dei "Nuovi Annali„ *dell'Ist. Chimico-Agr. Sper. di Gorizia)*

STAMPATO NELLA TIPOGRAFIA GIOVANNI PATERNOLLI — GORIZIA 1951

PREMESSA

Mi pare superfluo dimostrare quanta importanza abbia per la scienza pura e per quella applicata la precisa conoscenza delle caratteristiche idrologiche di una regione.

Lo studio delle sorgenti, dei corsi d'acqua superficiali e delle falde freatiche che imbevono il sottosuolo costituisce un patrimonio scientifico di primo ordine che può avere le più impensate applicazioni sia nel campo di un più immediato sfruttamento, quale ad es. il rifornimento idrico dei centri abitati e l'irrigazione dei terreni riarsi dalle siccità estive, sia a fini più occasionali, come potrebbero essere quelli industriali e terapeutici.

L'irrigazione dell'Agro cormonese - gradiscano, che oggi è il maggiore problema agricolo della Provincia di Gorizia entrato in fase di realizzazione, non mancherà certamente di chiamare su di sè l'attenzione degli studiosi e tosto si capirà quanto potrebbe essere importante uno studio sulle acque di irrigazione e sugli effetti dell'irrigazione stessa.

In vista di ciò ed in attesa che l'Istituto sia messo in grado di affrontare più direttamente il problema, mi sono preoccupato di riunire gli elementi utili che potrebbero servire a tali ricerche ed in modo particolare ho voluto passare in rassegna tutte le notizie di analisi di acque compiute in passato dall'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia.

Dato che pressochè nulla è stato pubblicato in proposito ho sfogliato attentamente i vecchi registri di analisi che ancora si trovano nell'archivio dell'Istituto nella speranza di trovare in essi notizie che avessero potuto venire utilizzate.

In effetti durante un'attività quasi secolare, acque di tutta la regione furono analizzate con encomiabile precisione; ma lo

scopo della ricerca si esauriva negli obiettivi più immediati dell' analisi che nella grandissima maggioranza dei casi mirava ad assodare solamente la potabilità dell' acqua.

Si trattava cioè di analisi richieste dal pubblico che esaurivano il loro compito con la comunicazione all' interessato del responso atteso.

Esse non costituivano pertanto oggetto di più specifiche ricerche inquadrate in un piano organico di più elevate speculazioni scientifiche. Un grandissimo numero di queste analisi non ha pertanto potuto venire utilizzato ai nostri scopi per i motivi che possono venir così riassunti :

1. - Insufficienza di informazioni atte ad identificare la precisa località di prelievo dell' acqua.

Molto spesso, infatti, nei registri, il riferimento dell' analisi viene fatto solo in base ad un numero progressivo di accettazione del campione, oppure nominando solo l' ente o la persona che aveva inviato l' acqua ad analizzare e lo scopo richiesto (a cui si risponde).

2. - Insufficienza di notizie geologiche atte ad identificare la natura della sorgente.

Quasi nulla si sa, di solito, sul tipo di sorgente e sui complessi sedimentari da cui sgorga l' acqua o che essa attraversa.

Questa grave lacuna, che non possiamo colmare, rende inutilizzabile per i nostri scopi tutta l' analisi che starebbe a nostra disposizione.

Lo stesso dicasi per quanto si riferisce al comma successivo.

3. - Insufficienza di notizie sulla profondità della falda freatica da cui proviene il campione prelevato in pianura in corrispondenza di pozzi comuni od artesani.

4. - Insufficienza di notizie sulle caratteristiche stesse della falda acquifera sollevata con pompe dal sottosuolo.

Salvo certi pochi casi nei quali si specifica chiaramente, per esempio, la provenienza dell' acqua da cisterne, nulla di più preciso ci è dato di sapere circa l' origine di altre acque prelevate nei centri abitati in corrispondenza di così detti pozzi *o*

fontane; *il che ci lascia dubbiosi sulla natura dell'acqua analizzata, nel senso cioè che non sappiamo con sicurezza se essa sia stata attinta da vere falde freatiche naturali oppure in cisterne non precisate o in falde di origine mista.*

5. - Insufficienza di dati analitici.

Come si è detto lo scopo più diffuso dell'analisi era quello di accertare la potabilità dell' acqua inviata. I dati che corredano l' analisi contemplano pertanto per lo più solo il residuo fisso, l' ammoniaca, i nitriti, i nitrati, i cloruri e la durezza. Non riportano quindi le percentuali più specifiche dei carbonati di calcio e di magnesio tanto interessanti ai nostri scopi.

Da quanto esposto appare dunque evidente come solamente una piccola parte di queste analisi eseguite dall' Istituto ha potuto venire utilizzata.

Compiuto questo lavoro laborioso di cernita, si doveva dar nuova vita a questi documenti dimenticati ormai nella polvere dell' archivio ordinandoli ed inquadrandoli in un nesso logico atto a far luce su determinati problemi.

Si trattava cioè di valorizzare dati che avevano ormai esaurito già il loro compito in altri scopi e di costruire con essi un nuovo lavoro atto ad aprire la via ad un complesso di altre ricerche che si potranno sviluppare secondo sistematici piani di ricerca.

1. - Caratteristiche chimiche delle acque dell' Isonzo.

1. - La prima analisi dell' acqua dell' Isonzo.

Ritengo che la prima analisi dell'acqua dell'Isonzo sia quella eseguita nel luglio 1870 dal dott. FRANCESCO KÖNIG allora professore di chimica alla Scuola agraria provinciale di Gorizia.

Da una lettera scritta, con l'ampollosità caratteristica di quei tempi, dal dott. CARLO OHLSEN, direttore di detta Scuola agraria, al podestà di Gorizia, lettera pubblicata negli *Atti e Memorie della Società agraria di Gorizia* (N° 14 del 25 luglio 1870), si apprende che lo scopo di detta analisi era di «fare conoscere colla massima certezza scientifica la natura di quell'acqua, precisandone le principali sostanze che contiene in soluzione»; cosa, si diceva, «utilissima a sapere prima d'impiegare quel fiume per fornire l'acqua alla Città di Gorizia».

In quei tempi si era infatti in pieno fervore di discussioni e di proposte per provvedere Gorizia di un nuovo acquedotto per soddisfare alle esigenze di una popolazione sempre in continuo aumento [1]).

---

[1]) Da uno studio dell'ingegnere POMPEO BRESADOLA *(Il provvedimento dell' acqua potabile a Gorizia - Gorizia 1902)* si apprende come ancora all'inizio del XX secolo il problema dell'acqua potabile per Gorizia rappresentava il maggior problema tecnico-finanziario della città e mentre ancora sempre si segnalava l'estremo bisogno di un maggior numero di fontane pubbliche e di concessioni d'acqua ai privati, dato il continuo aumento della popolazione, ci si rammaricava che «da cinquant'anni si studia la questione in tutti i lati, ma finora non si seppe fare un passo avanti nella sua soluzione». (Op. cit. pag. 3).

La città era allora (cioè all'inizio del 1900) rifornita d'acqua da due principali derivazioni: dalle sorgenti di Moncorona (Cromberg o Cronberg) e dalle acque di travenazione situate a Straccis (Strazig o Strasig) in prossimità dell'Isonzo.

L'acquedotto di Moncorona attingeva alle sorgenti che sgorgano sui declivi del Monte S. Gabriele a circa 300 m d'altitudine. Le più importanti erano 4 col nome di Ierebizza, Pereunich superiore, inferiore e basso. La loro portata complessiva oscillava da un minimo di circa 4 ad un massimo di 24 litri al secondo, dando cioè un quantitativo di circa 400-2000 metri cubi giornalieri.

Queste sorgenti furono allacciate già nel secolo XVIII; l'acquedotto originariamente costruito in legno, fu poi sostituito con tubi di piombo e nel 1848-1851 con tubi di ghisa di 100 mm di diametro.

La temperatura dell'acqua oscillava fra 12-13° C.

L'acquedotto alimentava le seguenti strade: Via Carducci (Via Signori), Via Seminario, Via Mameli (Via Scuole), Via Oberdan (Via Caserma), Via Morelli, Via Rastello, Piazza S. Antonio, Via Monache, Via Rabatta, Via Baiamonti (Via Vogel), Via Parcar, il Palazzo Municipale, parte di Via Garibaldi (Via Teatro), Corso Verdi, (Via Giardino), Via 9 Agosto (Via Usina) e Via S. Chiara.

L'acquedotto di Straccis, alimentato dalla così detta «Acqua della Boschetta» sulla quale ci fermeremo in seguito , riforniva invece l'altro settore cittadino ed in

(La nota continua a pagina seguente)

Si faceva altresì sapere che il campione d'acqua era stato prelevato «130 Klafter circa al di sotto del ponte vecchio, ed in un momento in cui l'Isonzo era normalmente chiaro».

Ecco qui il bollettino d'analisi riportato nel testo originale:

«1 Litro (1000 Grammi) dell'acqua chiara dell'Isonzo lascia dopo l'evaporazione un piccolo residuo bianco di 0,1105 Grammi.

Secondo l'analisi chimica, questo residuo contiene:

	Grammi
Sostanza organica combustibile	0,0060
Calce pura (CaO)	0,0457
Magnesia (MgO)	0,0107
Alcali (KO o NaO)	0,0019
Cloro (CL)	0,0011
Acido solforico (SO_3)	0,0015
Acido silicico (SiO_2)	0,0011

Il resto è acido carbonico (CO_2) che è combinato in parte colla calce, in parte colla magnesia. La quantità di questo acido carbonico è di 0,0428 Gram.

Dunque in 1 milione di parti dell'acqua dell'Isonzo (cioè in 1000 Litri) sono contenuti in soluzione:

	Grammi
Materia organica	6,0
Calce	45,7
Magnesia	10,7
Alcali	1,9
Acido solforico	1,5
Acido silicico	1,1
Cloro	1,1
Acido carbonico, combinato colla calce e la magnesia	42,8

La somma di tutte le sostanze solide, che restano dopo la evaporazione di 1000 Litri d'acqua quindi è .... 110.5 Grammi».

(seguito nota pagina precedente)
modo particolare il Corso Italia (già Francesco Giuseppe, Vittorio Emanuele, ecc.), Via 24 maggio (Via Tre Re), Via Cappuccini, Via S. Pietro, Via Straccis (Via Strazig), Via Montecucco, Via Casale (Via Luigia), Via dei Leoni, Via Cipressi, Via Duca d'Aosta (Via Trieste), Via XX settembre (Via Ponte Nuovo), Via Angiolina, Via Pitteri (Via Czoernig), Via Torrione, Via A. Diaz (Via Alvarez), Via Cadorna (Via Bagni), Via S. Rocco, Via Lunga, Via Barzellini e parte di Via 9 Agosto (Via Usina), Via Garibaldi (Via Teatro), Corso Verdi e Via S. Chiara.

L'acquedotto di Moncorona fu ricostruito ed ampliato nel 1906-1907; in questa conduttura fu immessa anche l'acqua derivante da due pozzi scavati sulla sponda sinistra dell'Isonzo, uno nel 1908, a monte del ponte ferroviario della linea Gorizia-Udine e l'altro nel 1921, nella boschetta di Straccis. (Cfr. PIRAS e collab. - *Il nuovo acquedotto di Gorizia).*

Coll'ampliamento dell'Istituto sperimentale di Bachicoltura ed Enologia di Gorizia, ossia colla sua trasformazione in Istituto sperimentale chimico-agrario, avvenuta nel 1890, le acque dell'Isonzo furono ripetutamente analizzate specialmente su richiesta di Enti cittadini; ma senza mai costituire oggetto di uno studio organico; uno studio cioè rivolto ad indagare sistematicamente la composizione chimica delle acque dell'Isonzo onde rivelarne le caratteristiche medie, come pure quelle che si connettono alle periodiche variazioni stagionali o alla diversa portata del fiume; deduzioni basate su osservazioni estese a serie di campioni prelevati simultaneamente nei vari punti del percorso fluviale e della rete idrografica; presupposti evidentemente indispensabili per dare una base ragionata a qualsiasi deduzione che ne potrebbe seguire.

Per questo stesso motivo le conclusioni che verranno prospettate nel corso del presente lavoro avranno pur sempre un certo carattere di provvisorietà essendo basate solo sui dati che si sono potuti avere a nostra disposizione e che attendono di essere riconfermati da una più vasta, sistematica ed appropriata ricerca.

Non ci si nasconde tuttavia la difficoltà di poter raggiungere tanto presto la mèta desiderata poichè il nuovo confine politico separa oggi il corso superiore e medio dell'Isonzo da quello inferiore e rende praticamente inaccessibili molte località a cui ci si riferisce nel presente studio.

Si comprende facilmente però come per questo stesso motivo molte notizie che andremo esponendo acquistino per noi, oggi, particolare valore ed interesse.

2. - Le acque della sorgente.

L'Isonzo scaturisce a circa 900 m. s. m., fra il Tricorno ed il Mangart, nei pressi del passo Moistrocca.

Nel 1904 le acque della sorgente formarono oggetto di studio da parte del dott. A. BENESCHOVSKY dell'Istituto sperimentale chimico-agrario di Gorizia.

Il campione fu prelevato alle ore 18 del 30 settembre 1904, dopo quattro giorni di pioggia seguite ad un lungo periodo di siccità che aveva abbassato di molto il livello generale delle falde freatiche.

La temperatura dell'acqua era di 4° C e si diceva fosse costante tutto l'anno.

Dato che sulla montagna immediatamente sovrastante alla sorgente non esistevano allora per largo raggio campi di neve e che del resto il periodo della loro fusione era ormai da lungo tempo trascorso, si supponeva che il bacino di raccolta delle acque sorgentizie fosse situato molto in alto nel complesso montuoso del Tricorno.

Integrando i risultati analitici esposti nel n. 5776 del registro d'analisi (di allora), con quelli riportati dal BOLLE a pag. 17 del resoconto sull'attività dell'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia nell'anno 1905 [1]) si ottengono i dati riportati nella prima colonna tabella 1.

Essi, in quei tempi, erano ritenuti molto significativi perchè dimostravano come le formazioni calcaree delle nostre montagne non cedevano che piccole quantità di carbonati di calcio e di magnesio e che le sorgenti di natura più o meno carsica, erano in grado di fornire, contrariamente a quanto si poteva temere, un'eccellente acqua potabile [2]).

Per non distogliere troppo la mente del lettore esporremo in capitolo a parte i raffronti fra l'acqua della sorgente dell'Isonzo e le altre di origine più o meno spiccatamente carsica della regione. Per ora gli facciamo solamente rilevare la grande differenza che intercorre fra la sua purezza e il forte aumento in durezza che andrà acquistando in seguito l'acqua del suo corso fluviale. Dove avvenga più sentitamente tale mutamento o ad opera di quali affluenti non ci è dato ancora di poter stabilire.

3. - Le acque del corso fluviale.

L'anno 1899 è stato particolarmente proficuo per queste indagini. Risalgono infatti ad allora le uniche analisi un po' dettagliate che si hanno sulla composizione chimica delle acque dell'Isonzo prelevate in vari punti del suo percorso.

Si hanno così notizie di campioni tolti a monte di Salcano prima delle sorgenti di Fontefredda (Merzlek); a Gorizia (in località Straccis), a Gradisca, a Villesse e a Pieris.

[1]) *Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Oesterreich* - 1906.

[2]) Ricordiamo che anche sotto il rispetto batteriologico vi erano allora molte prevenzioni circa la potabilità delle acque provenienti da regioni calcaree. Basti ricordare che al Congresso di Bruxelles del 1903 perfino il prof. M. MARTEL proponeva addiritura di rinunciare alla utilizzazione delle acque delle regioni calcaree sostenendo che «Le calcaire n'est pas un filtre, ni même une éponge, c'est un *crible*». Di conseguenza non si avevano garanzie di una perfetta filtrazione e facili potevano essere dunque pure gli inquinamenti. (Cfr. TIMEUS G. - *Studi in relazione al provvedimento d'acqua per la città di Trieste.* Trieste 1910, pag. 68).

TAB. I

Caratteristiche chimiche delle acque dell' Isonzo.

Località	Sorgente dell' Isonzo in Val Trenta	A Salcano prima delle sorgenti di Fontefredda	A Gorizia presso Straccis		A Gradisca	A Villesse	A Pieris
Data	30-9-1904	1899	1899	1903	1899	1899	1899
Durezza totale (in gradi tedeschi)	4.1	7.38	7.28	7.42	7.53	7.81	7.95
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)							
Sostanza organica	1.10	0.71	0.65	0.78	3.22	8.95	8.26
Residuo fisso a 100° C	8.55	14.80	14.70	15.20	15.45	16.25	15.92
Ossido di calcio	3.73	5.28	5.33	5.42	5.96	6.02	6.10
Ossido di magnesio	0.50	1.50	1.39	1.43	1.12	1.28	1.32
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—	—	—	—
Anidride solforica	ass.	ass.	tr.	tr.	tr.	ass.	ass.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	tr.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	ass.	tr.

NB — ass. = assenza o quantità minime praticamente non dosabili.
tr. = tracce.

I risultati di queste analisi sono esposti nella tabella I e da essi si possono trarre le eguenti deduzioni:

1. Si riconferma quanto precedentemente si è detto che le acque del fiume differiscono notevolmente da quelle della sua sorgente.

2. Si può ritenere che le acque a valle della confluenza dell'Idria abbiano già assunto una fisionomia caratteristica che può venir espressa dai seguenti valori medi riferiti a 1000 parti di acqua, ossia a grammi per litro.

	minimo	massimo	medio
Residuo fisso a 100°C	0.148	0.160	0.154
Ossido di calcio	0.052	0.061	0.057
Ossido di magnesio	0.012	0.015	0.013
Anidride solforica e cloro	tracce	tracce	tracce
Ammoniaca, nitriti e nitrati . .	assenza	assenza	assenza
Durezza (in gradi tedeschi). . . .	7.28	7.95	7.60

3. Durante il percorso nella pianura le acque vanno aumentando, se pur lievemente, il loro grado di durezza per una maggior quantità di carbonati alcalino-terrosi solubilizzati e quindi tenuti in soluzione.

4. Pure il contenuto in sostanza organica, a valle di Gorizia, segna un progressivo aumento. Tale fatto si è voluto mettere in relazione con acque di rifiuto immesse nel fiume; pur non volendo escludere tale possibilità ritengo però più probabile che esso sia dovuto in gran parte ad un aumento naturale delle sostanze organiche per le maggiori possibilità di sviluppo offerte alla microflora organica da acque più tranquille, come appunto lo vanno vieppiù divenendo quelle dell'Isonzo via via che si avvicinano alla foce.

5. Il rapporto fra i carbonati di magnesio e quelli di calcio tenuti in soluzione dalle acque, e che si è visto oscillare su 1:4-5, è relativamente largo qualora lo si confronti con quello che sussiste nelle acque di altri fiumi friulani.

6. Il considerevole aumento in carbonato di magnesio che le acque palesano a monte di Salcano, in confronto con quelle scaturite alla sorgente dell'Isonzo è dovuto con molta probabilità ai contributi dell'Idria nel cui bacino idrografico le rocce dolomitiche sono molto più diffuse che non nell'alto bacino dell'Isonzo costituito da imponenti masse di calcari bianchi del Dachstein a contenuto relativamente piccolo di carbonati di magnesio. Le acque delle sorgenti di Chiapovano sono in riguardo molto eloquenti.

4. - Costanza della composizione chimica delle acque.

Nota così a grandi tratti la caratteristica più immediata della composizione chimica delle acque dell'Isonzo ci si può chiedere se tale composizione si mantenga costante oppure se varii col tempo facendo rientrare in quest'ultimo concetto le eventuali variazioni che potrebbero verificarsi nel corso di una stessa giornata, oppure con il succedersi delle stagioni o con il trascorrere degli anni; come pure col variare della portata e della velocità delle acque.

Ben poco possiamo dire in riguardo.

Circa le variazioni giornaliere possono interessare alcune ricerche fatte per sei giorni consecutivi, e precisamente dal 18 al 23 ottobre 1886, su acque prelevate in vicinanza delle sorgenti di Fontefredda a monte di Salcano.

I campioni d'acqua erano stati inviati all'Istituto chimico-agrario dal Municipio di Gorizia perchè fossero determinati: quantità delle sostanze tenute in sospensione, il tempo necessario per la loro naturale sedimentazione e le caratteristiche dell'acqua limpida soprastante.

Riportiamo nella seguente tabella i risultati più importanti della ricerca: (An. N. 216 del 31 ottobre 1886 di FRÜHAUF e POSTL).

DATA	Durezza totale in gradi tedeschi	Materiale solido tenuto in sospensione (in grammi per litro)	Temperatura dell'acqua in gradi *Reaumur*	Temperatura dell'aria in gradi *Reaumur*
18 ottobre 1886	5.9	0.0827	—	—
19 » »	6.0	0.4568	8.3	12.8
20 » »	5.5	1.0296	9.4	12.2
21 » »	5.8	0.2469	8.6	13.6
22 » »	5.9	0.4723	8.4	11.6
23 » »	6.2	0.2162	7.6	12.6

I dati qui riportati pur avendo un certo grado di relatività, in quanto che l'acqua (come stà annotato nel registro) dopo un periodo di riposo di 5-10 giorni non aveva assunto ancora una limpidezza cristallina, ci dimostrano ugualmente le seguenti cose:

1. Le acque dell'Isonzo non hanno una composizione fissa: sia pure entro certi limiti esse presentano continuamente oscillazioni di composizione che si faranno evidentemente più forti durante i periodi piovosi.

La notevole variazione del contenuto in sostanze sospese (materiale di torbida) dei campioni sopra illustrati dipende dal fatto che essi sono stati prelevati appunto dopo uno di tali periodi fortemente piovosi [1]).

Si intuisce altresì che una forte piovosità portando all'Isonzo masse d'acqua relativamente pure sotto il rispetto chimico (per il minor tempo di contatto con le rocce sulle quali scorrono e di conseguenza per la più limitata possibilità di arricchirsi con sostanze solute) deve modificare, ossia diminuire, il grado normale di durezza delle acque.

2. Ponendo a confronto la durezza dell'acqua pura dell'Isonzo con la quantità di materiali di torbida tenuti in sospensione si dovrebbe dedurre che non esiste alcun rapporto diretto fra i due valori.

Il fatto, anzi, che alla massima torbidezza dell'acqua abbia corrisposto il minor grado di durezza va probabilmente interpretato nel senso sopraenunciato.

3. Appare comunque chiaro quanto interessanti sarebbero apposite ricerche istituite in riguardo per poter dare maggior consistenza alle deduzioni che si intravedono interpretando alcuni dati d'analisi.

Sia ancora ricordato che a causa dell'immissione nell'Idria delle acque estratte dai pozzi delle note omonime miniere, ci si era preoccupati di una possibile presenza di mercurio nelle acque dell'Isonzo. Ricerche eseguite in proposito dall'Istituto di Gorizia diedero, sotto questo riguardo, esito negativo [2]).

Per quanto riguarda una eventuale variazione della composizione chimica delle acque dell'Isonzo a distanza di anni si può solo dire che esse non presentano nel complesso oscillazioni molto forti.

Sia dal confronto dell'analisi di un'acqua prelevata a Gorizia presso Straccis nel 1899 e nel 1903, riportate nella tabella I, sia dai gradi di durezza determinati in varie epoche sulle acque dell'Isonzo, ci si può raffermare in tale supposizione.

Esaminando infatti le analisi N. 563 del 27 giugno 1891,N. 588 del 20 ottobre 1891, N. 1002 del 25 novembre 1893, N. 2138 del 2 febbraio 1898, N. 5303 del 27 ottobre 1903, si nota come la durezza totale dell'acqua oscilli fra 5.8 e 7.3 ed il relativo residuo secco a 100° C su 0.15‰.

[1]) Scrive infatti il COMELLI che il 16 ottobre 1886 erano cadute pioggie eccezionalmente forti; «pioggie torrenziali... che i nostri pluviometri non registrarono le eguali da 8 anni». (Op. cit. pag. 90).

[2]) Cfr. analisi N. 1002 del dott. BENESCHOVSKY del 25 novembre 1893. Vedi pure BRAMO Op. cit. pag. 36.

5. - Temperatura dell' acqua.

Si è visto che l'Isonzo alla sorgente ha una temperatura, ritenuta costante, di 4° C. Evidentemente queste acque, venute a contatto con l'ambiente esterno devono subire una modificazione termica, sia in meno, durante i periodi di freddo intenso, sia in più, durante la maggior parte dell'annata. Come però variino le caratteristiche termiche in relazione al normale succedersi delle stagioni, ai vari tratti vallivi o di pianura percorsi dal fiume, alla massa e alla velocità delle acque, ecc. non siamo in grado di rispondere dato che nulla abbiamo ancora a nostra disposizione.

Fra i pochi dati rintracciati ricordo quelli esposti nella precedente tabella e ricordo altresì come il COMELLI (1887; pag. 111-112) avesse citato qualche osservazione del prof. MILLER [1]) e alcune sue fatte presso le sorgenti di Fontefredda deducendo che ad eccezione dei periodi di freddo straordinario la temperatura delle acque dell'Isonzo nei pressi di Gorizia oscillava fra un minimo di 6°5 C ed un massimo di 20°7 C presentando di conseguenza un'oscillazione termica annuale di circa 14° C.

Questi valori sono riportati pure dal BRESADOLA (Op. cit. pag. 11); dal che si deduce che ancora nel 1902 non si erano eseguite altre più specifiche ricerche in riguardo.

---

[1]) Ritengo che la forma corretta di questo nome sia MüLLER. Negli Atti e Memorie della Società Agraria di Gorizia dell'anno 1869, nel fascicolo in data 10 maggio, sotto il titolo «Provvedimenti d'acqua» si citano infatti gli studi «del prof. Müller appositamente chiamato da Vienna per studiare il monte di Kronberg, donde l'attuale acquidotto trae origine».

II. - Caratteristiche chimiche di sorgenti situate nella valle dell' Isonzo.

Nell'esporre le caratteristiche chimiche di un certo gruppo di sorgenti situate nella valle dell'Isonzo e che in esso versano i loro contributi acquei abbiamo di mira i seguenti scopi:

1. Rendere note le caratteristiche più immediate delle sorgenti stesse.

2. Conoscere quelle delle acque che affluiscono all'Isonzo e che in definitiva contribuiscono ad impartirgli, in parte almeno, la sua fisionomia complessiva.

3. Vedere, fin dove è possibile, l'influenza della diversa costituzione delle masse litologiche attraversate dalle acque piovane nell'impartire a quest'ultime, riaffioranti nelle sorgenti, speciali caratteristiche chimiche.

Le analisi che riportiamo sono in parte inedite (quelle conservate negli archivi dell'Istituto), in parte sono state pubblicate in lavori oggi poco noti o comunque ormai rari e quindi difficilmente accessibili al pubblico.

1. - Sorgente Dresečnik.

Si trova nel Comune di Oltresonzia e molto probabilmente trattasi di sorgente che scaturisce da quelle masse di calcari del Dachstein che costituiscono la maggior parte delle montagne dell'Alto Isonzo [1]).

Le acque di questa sorgente, analizzate nel 1925, palesano un largo rapporto fra i carbonati di calcio e quelli di magnesio tenuti in soluzione e un moderato grado di durezza.

[1]) Sembra che essa sgorghi ai piedi del monte Poloni in prossimità delle alluvioni ghiaiose diluviali.

Le notizie sulle sorgenti 3, 4, 5, 6 e 7 sono tolte dalla citata pubblicazione del BRAMO. Si presume pertanto che i dati relativi alla temperatura si riferiscano all'anno 1902.

2. Sorgente Posnica.

Scaturisce dal monte Starini nel Comune di Tarnova d'Isonzo. Le acque analizzate nel 1927 (An. N. 1296) hanno una composizione molto simile alla precedente. I carbonati di calcio sono i componenti fondamentali delle sostanze tenute in soluzione.

3. - Sorgenti di Kamno.

Si tratta di tre polle principali e di altre minori che sgorgano sul versante settentrionale del monte Kuk (1243 m) a quote situate fra 450 e 600 m., di fronte al villaggio di Kamno.

Le loro acque riunite danno origine ad un torrentello della portata iniziale di oltre 120 litri al secondo; nel suo letto si immette un solco torrentizio d'acque piovane proveniente dalla vetta del monte e percorso da quest'ultime solo durante forti acquazzoni.

Si dice che le varie polle sgorgano da rocce calcareo-marnose sovrapposte a quelle calcaree.

La temperatura delle sorgenti, misurata il 16 aprile, era di 8°5 C (temperatura dell'aria 9° C).

L'acqua prelevata dalla sorgente più elevata ha una durezza di soli 5.58 gradi tedeschi ed è data quasi essenzialmente da carbonati di calcio.

4. - Sorgente Foni.

Due chilometri circa più a valle sul fianco nord-orientale del monte Nahrad (1187 m), a oltre 500 m d'altezza, nelle vicinanze dei casolari «Foni», si origina un torrentello da tre polle sorgentizie che scaturiscono pur esse da rocce calcareo-marnose.

La temperatura dell'acqua, misurata il 3 marzo e il 16 aprile, era di 8°4 C (temperatura dell'aria: 9° C e 8° C) e la portata di circa 15 litri al secondo.

Rispetto alla composizione chimica si può dire che queste acque hanno una durezza maggiore (7 gradi) delle precedenti data quasi esclusivamente da carbonati di calcio.

5. - Sorgente Hatulje.

Sgorga ad una quota di circa 550 da rocce calcaree, sulle balze del monte Jeza (931 m) sopra Volzana. Dà origine ad un torrentello

della portata di circa 20 litri al secondo; la temperatura dell'acqua è di 8°5 C; la sua durezza, di 6.6 gradi, è data quasi esclusivamente da da carbonati di calcio.

6. - Sorgente della Tolminska (o Tominska).

Si trova sui versanti nord-occidentali del gruppo del M. Nero (2246 m), a 9 km da Tolmino.

Il torrente dopo aver percorso per circa sei chilometri una valle in parte abitata e coltivata supera una chiusa impervia di circa mezzo chilometro per poi sboccare nella valle dell'Isonzo due chilometri e mezzo a nord-ovest di Tolmino.

Si dice che a metà della chiusa si immetta nel torrente una sorgente termale solforosa.

La temperatura dell'acqua della Tolminska, misurata il 19 febbraio all'uscita dalla chiusa aveva una temperatura di 6°2 C (temperatura dell'aria 0°) e la portata del torrente si poteva valutare a oltre 1 metro cubo al secondo.

La composizione chimica palesa un sensibile contenuto in carbonati di magnesio accanto al predominio dei carbonati di calcio.

7. - Sorgente di Gabrie.

Sgorga a 450 m circa d'altitudine alle falde orientali del monte Merzli vrh (1361 m), nei pressi del villaggio di Gabrie che dista 3 km circa da Tolmino.

La temperatura misurata il 19 febbraio era di 6°5 C (temperatura dell'aria 1° C); la portata era di circa 70 litri al secondo; ma in una misurazione successiva fatta il 16 marzo era di soli 26 litri al secondo.

All'analisi chimica l'acqua palesava un sensibile grado di durezza (12.45) dato da carbonati di calcio e di magnesio.

8. - Sorgente di Potochi di Gorenia (o Potok-Gorenia vas).

La sorgente è situata a sud del paese di Canale e a circa 150 m sopra il paese di Gorenia.

Scaturisce dal complesso calcareo-marnoso-arenaceo dell'Eocene inferiore in vicinanza di un solco torrentizio, quasi sempre asciutto, che scende a valle.

Le acque pur palesando un certo grado di durezza mantengono un largo rapporto fra i sali di calcio e quelli di magnesio; sensibile è pure il contenuto in solfati.

Le acque, prelevate il 19 giugno 1928 dall'Istituto, avevano una temperatura di 12° C (temperatura dell'aria 17° C).

9. - Sorgente Zacras (o Za-kras).

Situata nel Comune di Anicova Corada anche questa sorgente sgorga da un complesso prevalentemente calcareo-marnoso-arenaceo dell'Eocene inferiore. Si trova in destra Isonzo, 150 m circa sopra il paese di Anicova, nella vallicella risalita dal sentiero che si diparte dal sotto-passaggio ferroviario.

Anche quest'acqua contiene quasi esclusivamente carbonati di calcio che le conferiscono una considerevole durezza.

Caratteristica può sembrare la sensibile presenza di cloruri.

L'acqua prelevata il 7 febbraio 1928 da questo Istituto, aveva una temperatura di 12°5 C (temperatura dell'aria 6°7 C).

10. - Sorgente Mednik.

Si trova nei pressi di Descla in corrispondenza del torrente Lastivnizza. Non abbiamo altre notizie per poter precisare se essa scaturisca pure dal complesso calcareo-arenaceo-marnoso dell'Eocene inferiore che circonda il paese, oppure se filtri attraverso le placche ghiaiose isontine che si addentrano in questa insenatura.

Le acque prelevate da questo Istituto il 3 marzo 1931 avevano una temperatura di 9° C (temperatura dell'aria 2° C). All'analisi chimica mostrarono una durezza di 10° data quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Da rilevarsi la sensibile presenza in esse di cloruri e di solfati.

11. - Sorgente Restoka.

Sappiamo solo che si trova presso Losizza nel Comune di Salona d'Isonzo. Le acque prelevate il 3 febbraio 1931 da questo Istituto avevano una temperatura di 11° C (temperatura dell'aria 7°5 C).

La loro durezza, di 11 gradi tedeschi, è data pure qui quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Presenti sono pure, in sensibili quantità, solfati e cloruri.

TAB. II

Caratteristiche chimiche di sorgenti

Località	1 Sorgente „Dresecnik" Oltresonzia	2 Sorgente „Posnica" Ternova d'Is.	3 Sorgente di Kamno	4 Sorgente di Foni	5 Sorgente Hatulje
Data	15-12-1925	20-11-1927	(1903)	(1903)	(1903)
Temperatura dell' acqua (^{0} C)	9^0	9^0	$8^0 5$	$8^0 4$	$8^0 5$
Temperatura dell' aria (^{0} C)	$- 5^0 5$	5^0	9^0	8^0	$7^0 5$
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7.87	7.3	5.58	7.0	6.6
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)					
Sostanza organica	0.07	0.35	1.87	2.81	1.95
Residuo fisso a 100 ^{0} C	14.91 (a 110° C)	14.54 (a 120° C)	12.72 (a 150° C)	14.56 (a 150° C)	15.00 (a 150° C)
Ossido di calcio	7.40	7.30	5.40	7.04	6.10
Ossido di magnesio	0.47	tr.	0.10	ass.	0.35
Ossidi di ferro e di alluminio	—	tr.	—	—	—
Anidride silicica	0.50	0.23	—	—	—
Anidride solforica	ass.	0.50	ass.	ass.	ass.
Ammoniaca	ass.	ass.	—	—	—
Nitriti	ass.	ass.	—	—	—
Nitrati	ass.	ass.	—	—	—
Cloro	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.

sgorganti nella valle dell'Isonzo

6 Torrente Tolminska	7 Sorgente di Gabrie	8 Sorgente „Potochi-Gorenia" Canale d'Is.	9 Sorgente „Zacras" Anicova Cor.	10 Sorgente „Mednik" Descla	11 Sorgente „Restoka" Losizze	12 Sorgente „Palievo" Plava	13 Sorgente „Sbirolo" Plava
19-2-1903	(1903)	19-6-1928	7-2-1928	3-3-1931	3-2-1931	4-10-1927	20-1-1931
6° 2	6° 5	12°	12° 5	9°	11°	13° 5	12°
0°	1°	17°	6° 7	2°	7° 5	14° 5	2°
6.56	12.45	9.8	13.2	10.2	11.08	12.6	10.57
1.73	1.89	1.22	0.40	0.73	0.32	0.35	0.66
12.00 (a 120° C)	15.00 (a 105° C)	19.42 (a 180° C)	25.48 (a 180° C)	19.26 (a 180° C)	21.36 (a 180° C)	22.64 (a 180° C)	20.24 (a 180° C)
4.91	7.80	8.84	12.52	9.86	10.47	11.40	10.14
1.65	3.30	0.78	0.50	0.25	0.44	0.09	0.31
—	—	—	tr.	ass.	ass.	ass.	ass.
—	—	0.69	1.66	0.30	0.55	0.41	0.41
tr.	tr.	0.96	tr.	0.83	0.92	0.60	1.05
ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	ass.	0.55	0.25	0.24	ass.	ass.

12. - Sorgente Palievo (o Valjevo-Descla).

È situata 150 m circa sopra Plava nella vallicella che scende da Palievo, poco sotto la strada che conduce a detto paesello.

Sgorga da una fessura nel letto roccioso di un solco torrentizio quasi sempre asciutto. L'acqua della polla ha una portata di magra di 10 litri al secondo e si mantiene sempre limpida anche durante i periodi piovosi.

Anche questa sorgente si vuole considerare come originantesi dal complesso calcareo-arenaceo-marnoso dell'Eocene inferiore dato che viene segnalata la presenza di «calcare brecciato, frammentato ad arenarie», sebbene in base alle conoscenze geologiche della regione non si possa escludere a priori un'origine carsica collegata agli affioramenti calcarei della catena montuosa del M. Santo-Vodice-Kuk.

Le acque prelevate da questo Istituto il 4 ottobre 1927 avevano una temperatura di 13°5 C (temperatura all'aria 14°5 C); la loro durezza era di 12.6 gradi tedeschi data quasi esclusivamente da sali di calcio.

13. - Sorgente Sbirolo.

30 metri circa a monte della sorgente di Palievo ne sgorga un'altra di minore importanza che molto probabilmente si identifica con quella che viene indicata col nome di «Sbirolo».

Le acque furono prelevate da questo Istituto il 20 gennaio 1931. Avevano una temperatura di 12° C (temperatura dell'aria 2° C) e caratteristiche chimiche molto simili a quelle di Palievo; i solfati tuttavia erano in sensibile aumento.

14. - Sorgenti di Fontefredda (o del Merzlek o Merslek).

Sono le note polle carsiche che sgorgano quasi a livello dell'Isonzo, alle falde del Monte Santo, qualche chilometro a monte di Salcano e che alimentano l'acquedotto di Gorizia.

Data l'importanza e la vicinanza di queste sorgenti è naturale che esse abbiano da molto tempo richiamato l'attenzione degli studiosi e che numerose siano le analisi di cui possiamo disporre.

Ma appunto per questo loro interesse credo opportuno soffermarmi con qualche maggiore dettaglio nella speranza di richiamare nuovamente l'attenzione su di esse.

Le scaturigini principali sono situate sulla sinistra dell'Isonzo e sembra facciano capo a due rami distinti: quello situato più a valle alimenta la sorgente principale e due polle secondarie situate poco discoste. Per esser state una volta proprietà del conte CECCONI vennero tempo addietro chiamate anche con questo nome. Il ramo situato più a monte investe un banco di ghiaie lungo una novantina di metri, quasi a fior dell'Isonzo sgorgando da cinque principali polle a carattere continuo o intermittente. La loro proprietà era una volta del Comune di Gorizia e pertanto si chiamavano anche Sorgenti Comunali.

I primi affioramenti delle acque alimentate da questi due rami distano fra loro circa 140 m e sono separati da un tratto di roccia fornito solo di qualche rara sorgente intermittente [1]).

Questi due rami di Fontefredda erano ritenuti relativamente indipendenti nel senso che tale loro biforcazione si sarebbe verificata molto lontano dalla sorgente.

Sulla sponda opposta dell'Isonzo di fronte a queste sorgenti sgorgano due altre fonti di carattere temporaneo od intermittente, collegate con le principali mediante un sistema di sifoni naturali [2]) e formano presumibilmente lo scarico di troppo pieno delle riserve naturali che alimentano le sorgenti di Fontefredda [3]).

Il dislivello *normale* fra Isonzo e Fontefredda viene valutato a soli undici centimetri.

La portata complessiva delle sorgenti veniva valutata a 25.000 - 40.000 (COMELLI, BRESADOLA; ecc.) ed anche a 30.000 - 50.000 metri cubi al giorno (BRAMO).

La temperatura oscilla sui 9° C; notasi tuttavia un leggero aumento durante i periodi piovosi. Il 17 ottobre (1886), dopo un nubifragio, si notava perfino un massimo di 11° C (8°8 R); temperatura - si diceva - pur ancor sempre inferiore a quella delle altre sorgenti del circondario.

La composizione chimica di queste acque pone in evidenza una durezza oscillante in media fra 6.5 e 7.4 data quasi esclusivamente da carbonati di calcio.

---

[1]) Il COMELLI ne segna una sola.
[2]) TARAMELLI - Op. cit. pag. 8.
[3]) PIRAS, REINOLDI, ecc. - Op. cit. pag. 11.

Questa composizione sembra sia la stessa anche per tutte le altre sorgenti minori. Da numerose analisi sommarie eseguite presso questo Istituto stralciamo infatti i seguenti dati:

Su 100.000 parti di acqua ossia grammi per ettolitro:	Residuo fisso a 100°	Durezza	Sost. organ.	Data
Sorgente di Fontefredda . .	15,43	6,4	0,57	15-10-1903
» » » . .	15,70	6,5	1,72	28-10-1903
Sorgente Cecconi	15,82	6,85	1,75	1904
Sorgente Comunale . . .	16,20	7,04	1,65	1904
» » . . .	15,18	6,28	1,60	1904
Sorgente Intermittente alta .	15,06	6,12	1,35	16-9-1904
Sorgente Intermittente bassa	15,20	6,30	1,30	16-9-1904

In tutte le sorgenti si è riscontrata assenza di ammoniaca, di nitriti e di nitrati; traccie di cloro e di solfati. La sola intermittente alta aveva traccie di nitriti.

Sull'origine di queste acque molto si è discusso e ancor oggi il problema non può ritenersi del tutto chiarito ed esaurito.

Evidentemente cinque sono le principali ipotesi che possono prospettarsi in riguardo: le acque cioè potrebbero rappresentare un riaffioramento di infiltrazioni dell'Isonzo nelle masse calcaree carsiche a valle di Plava; potrebbero rappresentare acque meteoriche infiltratesi nelle soprastanti masse calcaree della catena del M. Santo-Vodice ed eventualmente anche del Sabotino; potrebbero costituire affioramenti di acque torrentizie subaeree che, giunte a contatto delle masse calcaree della sopracitata catena montuosa vengono da questa assorbite e fatte riaffiorare dopo un percorso sotterraneo; potrebbero ancora rappresentare acque freatiche di più lontana provenienza; potrebbero infine avere origine mista.

Per quanto riguarda *la prima* possibile ipotesi, che appare la più semplice e spontanea e che vorrebbe considerare queste acque un ramo sotterraneo dell'Isonzo, si ricorda come essa non abbia mai incontrato il favore degli studiosi.

Questo primo ordine di idee risaliva forse ad un'osservazione che il COMELLI illustrava con le seguenti parole: «; ; . . fu sempre asserito che il Merslek s'alza e s'abbassa parallelamente all'Isonzo». (Op. cit. pag. 85).

Questo fenomeno, tuttavia, sarebbe solo apparente. Dice infatti il sopraaccennato autore che «con le acque del fiume si eleva quando le pioggie di montagna gonfiano l'Isonzo e mancano invece le pioggie nella regione inferiore. Allora il Merslek non aumenta *per causa propria* di volume, e obbedisce con un parallelismo mirabile agl'innalzamenti e abbassamenti del fiume. Quando le pioggie sono generali o quando la regione superiore dell'Isonzo è senza pioggia, e queste abbondano invece nella regione del Merslek, allora le acque di quest'ultimo si rendono come indipendenti e scaturiscono con dislivelli grandissimi sopra lo specchio d'acqua del primo». (Op. cit. pag. 85).

Ciò dimostrerebbe, secondo il COMELLI, non solo l'indipendenza del Merslek dall'Isonzo, ma anche che, in vista della sua debole pressione, che non riesce a vincere quella dell'Isonzo, l'abbassamento delle sue acque dovrebbe aver luogo già molto lontano dalle sue scaturigini.

Anche nell'opuscolo su «Il nuovo acquedotto di Gorizia» (1935) a pag. 16 si fa presente che l'ipotesi di una infiltrazione di acqua fluviale nelle sorgenti appare inverosimile, per legge fisica, poichè le acque di Fontefredda subiscono un ingorgo e scaturiscono sempre al di sopra del livello del fiume.

Si poneva poi in rilievo, come fatto di non trascurabile importanza, che nell'orizzonte sorgentifero di dette acque si riscontra una flora del tutto caratteristica composta di alghe verdi e diatomee (*Pinnularia, Gonphonema, Spirillum undulans, Colpidie.* ecc.) che essendo tipiche delle acque delle sorgenti servono pertanto a differenziarle nettamente da quelle del fiume.

Del resto anche il MILLER (MÜLLER) in una sua relazione del 1871 aveva già dichiarato «impossibile tenere il Merslek per una derivazione dell'Isonzo» per la forte differenza di temperatura che egli aveva riscontrato in una misurazione eseguita simultaneamente durante l'estate. Mentre le acque dell'Isonzo avevano 18°1 C (14°5 R) quelle del Merslek segnavano solamente 9°4 C (7°5 R).

Dato poi che le altre sorgenti della regione poste «in situazione sì bassa» avevano una temperatura oscillante fra 11° e 12°5 C (9° - 10° R) e mai quella di 9°4 C, che si poteva riscontrare solo ad altitudini più elevate, deduceva che il Merslek fosse alimentato da serbatoi sotterranei posti a notevole altezza e dai quali l'acqua doveva scendere con una considerevole velocità in modo da mantenere la sua bassa temperatura [1]).

[1]) Cfr. COMELLI - Op. cit. pag. 88.

Esporremo in seguito le vedute del COMELLI; qui ricordiamo solamente che anche il TARAMELLI nel 1903 si associava in linea di massima alle idee del COMELLI che Fontefredda andrebbe considerata quale libero abbassamento di una corrente interna, perennemente alimentata dall'alto, a grande distanza dal suo sbocco a fior dell'Isonzo [1]).

Pur lasciando impregiudicata la questione crediamo tuttavia doveroso far presente alcuni risultati analitici comparativi sulla durezza delle acque dell'Isonzo e di quelle di Fontefredda su campioni prelevati simultaneamente per sei giorni di seguito. Sebbene una stessa durezza non sia sinonimo di analoga composizione chimica delle acque tuttavia essi sono degni di meditazione e meriterebbero comunque di essere ripetuti con prove nuove sistematicamente condotte.

I campioni furono inviati a questo Istituto dal Comune di Gorizia il 19-24 ottobre 1886 e furono analizzati da FRÜHAUF e POSTL [2]).

Va ricordato che il 16 ottobre erano cadute nel Goriziano pioggie torrenziali [3]).

Durezza delle acque espressa in gradi tedeschi

			Isonzo	Fontefredda
Acqua prelevata il	18 ottobre	1886	5,9	6,0
	19 »	»	6,0	5,9
	20 »	»	5,5	5,8
	21 »	»	5,8	5,8
	22 »	»	5,9	6,0
	23 »	»	6,2	6,2
Media . , ...			5,9	6,0

Dai risultati qui riportati si potrebbe giustamente esser indotti a vedere una grande analogia fra i due tipi di acque prelevate e valutate in base al loro grado di durezza che indirettamente si riferisce al loro contenuto in basi alcalino-terrose.

Il parallelismo dei valori soprariportati potrebbe sembrare tanto più significativo qualora si consideri che *normalmente* entrambe le acque hanno una durezza superiore a quella riscontrata nei giorni sopraindicati e che le piccole variazioni presentate possono esser dovute alla maggior lentezza del deflusso sotterraneo (che porta evidentemente

[1]) TARAMELLI - *Risposte ad alcuni quesiti* ecc. pag. 9.

[2]) Dette analisi sono state pure riportate dal COMELLI a pag. 91 del suo noto lavoro.

[3]) COMELLI - Op. cit. pag. 90.

alla sorgente un'acqua di data anteriore a quella che nell'ora di prelievo passa per l'Isonzo) e quindi alla maggior possibilità data alle acque di arricchirsi con sostanze solubili.

La seconda ipotesi che fu anche in un primo tempo avanzata da TARAMELLI nel 1875 nel suo rapporto in cui prospettava che lo scaturire delle acque fosse in qualche dipendenza col calcare nero, bituminoso, sottostante al calcare a rudiste che sia al M. Santo, sia nell'opposto M. S. Valentino avrebbe rappresentato il Cretacico superiore, fu in seguito rigettata dallo stesso autore nel 1903 (Op. cit. pag. 6).

Che le sorgenti siano *esclusivamente* alimentate dalle masse calcaree soprastanti pare essere un'ipotesi per lo meno poco probabile data la limitata possibilità di raccolta d'acqua non certo proporzionata a quella che esce.

Non si può però escludere che quest'ultima trovi nella massa montuosa soprastante almeno *parziale* alimentazione.

Ne potrebbero parlare in favore sia la composizione chimica più specifica delle acque sorgenti, sia quella del loro materiale di torbida.

Le acque di Fontefredda paragonate con quelle dell'Isonzo palesano rispetto a quest'ultime un maggior contenuto in carbonato di calcio e uno molto più basso in carbonato di magnesio; dal che si potrebbe desumere che le acque sono state lungamente in contatto in modo prevalente con rocce calcaree quali lo sono appunto quelle della montagna soprastante.

Se le acque di Fontefredda derivassero unicamente da infiltrazioni dell'Isonzo il tenore in carbonati di magnesio dovrebbe essere molto più elevato ed avvicinarsi all'incirca a quel 1.50 che sembra essere la caratteristica media delle acque isontine.

A sua volta la composizione chimica del materiale solido tenuto in sospensione dalle acque di Fontefredda dovrebbe avere per lo meno una grande analogia con quello portato dall'Isonzo. Non sembra però che le cose stiano così; come pure non sembra che la sua caratteristica sia costante. Cito in riguardo alcune descrizioni fatteci da vari autori:

Il COMELLI ricorda come il 9 e 10 ottobre (1886) aveva piovuto molto nella regione superiore di Fontefredda. Lo stesso giorno (9) Fontefredda era torbida come pure le intermittenti che le stanno di fronte e «tra mezzo a loro, l'Isonzo scorreva limpido e azzurro, con le sue acque trasparenti che spiccavano più belle tra quelle due lunghissime striscie giallognole che lo accompagnavano» (Op. cit. pag. 89).

Il BRAMO in una sua relazione del 1903 ricorda a sua volta le osservazioni di G. B. TONELLO del 1899 che così annotava: «8 agosto

1899: in forza della forte pioggia che cominciò a Salcano alle ore 3 pom. e si portò verso Gargaro, alle ore 5 pom. (2 ore dopo) cominciò a crescere la sorgente, prima nella trincea vicino alla roccia, poi nella galleria e sul banco di ghiaia e pochi secondi dopo la intermittente e le sorgenti dirimpetto al Merzlek, facendosi sempre più forte. L'acqua era fortemente velata dal colore di terra rossa, mentre l'Isonzo era chiaro e basso». (Op. cit. pag. 45).

A queste del TONELLO il BRAMO aggiunge le sue osservazioni fatte dopo gli acquazzoni del 13 giugno (1902). Nel pomeriggio del giorno 14 - egli dice - mi recai a visitare il Merzlek ed ebbi la fortuna di trovare tutte le varie polle ingrossate e velate d'un colore verdognolo sporco; l'acqua misurava 9°8 C e aveva sapore di terra.

Nella notte dal 20 al 21 vi furono forti scrosci di pioggia a Gorizia e presumibilmente anche sull'altipiano; nel pomeriggio del giorno 21 ritornai al Merzlek; trovai le sorgenti ancora più gonfie e più torbide della prima volta, d'un colore rossastro sporco, dal sapore sgradevole di terra; dalla temperatura di 10°2 C (Op. cit. pag. 45).

Da quanto esposto si vede come il colore del materiale di torbida non sia sempre lo stesso. È stato rinvenuto di colore giallognolo, verdognolo, rossastro e rosso (terra rossa). Ciò ci pone sull'avviso che la sua provenienza può essere diversa. È probabilmente locale, ossia delle masse calcaree di più immediata vicinanza, quando la tinta è rossastra, in quanto rispecchia evidentemente il tributo di «terra rossa» diffusa nelle zone calcaree soprastanti fino ad altitudini di poco superiori ai 500 m. Può risalire a contributi più discosti quando la tinta è giallastra o verdognola in quanto proveniente da regioni più elevate o anche, più verosimilmente, da complessi arenaceo-marnosi eocenici. Dubbi sono, invece, i contributi di regioni più remote o ancor più elevate, come potrebbe essere la zona calcarea carsica dell'altipiano della Bainsizza (o del Lascek), ove, per analogia con quanto avviene sull'attigua regione tarnovana i terreni superficiali dovrebbero avere tinte brune o nerastre e solo limitatamente d'un giallo sporco.

Si può dubitare altresì che nel breve spazio di due ore [1]) acque di sotterraneo deflusso, che di regola è molto lento, possano giungere da sì grandi distanze.

Circa le cause di questo intorbidamento sia ancora ricordato che il COMELLI (1886) così scrive: «le torbide del Merslek, secondo tutte le

[1]) Anche il COMELLI nota, a pag. 94, che «Le torbide del Merslek incominciano a poche ore dopo il prorompere delle pioggie, e in poche ore diminuiscono, dopo che le pioggie sono cessate».

probabilità hanno un'origine molto sparsa, molto alta e lontana; si dovrebbe forse cercarla in un gran numero di piccole fenditure, di foibe anguste infinite, tra le argille e i calcari, anche laddove tracce dell'eocene abraso e scomparso non esistono più; si dovrebbe forse cercarla in vecchi depositi di fanghiglie, toccati accidentalmente e a lunghi intervalli d'anni dalle acque». (Op. cit. pag. 103).

Il GRABLOVITZ, secondo il BRESADOLA, sarebbe stato dell'opinione che le acque torbide non sarebbero da confondersi con quelle della sorgente, in quanto rappresentanti scarichi temporanei di tutt'altra provenienza.

Il BRESADOLA (1902) esaminando le rocce entro la galleria si sarebbe convinto che dette torbide avrebbero potuto esser prodotte da un dilavamento delle rocce ad opera delle acque della fonte obbligate ad elevare il loro livello dalle piene dell'Isonzo.

Il TARAMELLI (1903) basandosi sul fatto che la sorgente si chiarificava assai più presto dell'acqua raccolta in vasi esprimeva l'opinione che le torbide di Fontefredda sarebbero dovute a dilavamenti momentanei dei condotti di solito non percorsi, invasi di ocra e perciò facilmente diluibili nella considerevole massa dell'acqua soppravveniente. (Op. cit. pag. 18).

Nella pubblicazione del 1935 di PIRAS e collab. si ammette che durante le forti pioggie le acque meteoriche, cadute nella zona superiore d'assorbimento del bacino imbrifero, vengono convogliate rapidamente per mezzo delle foibe, delle fessure e meati grandi e piccoli in profondità dove giungono torbide, per materiale trascinato nel loro breve corso superficiale (pag. 21).

Sulla più specifica natura di questi materiali di torbida ben poco si conosce. Scriveva il BRAMO che il prof. OELWEIN in base ai risultati dell'analisi chimica del sedimento minerale dell'acqua di Fontefredda avrebbe scoperto che il detrito era formato da sostanze appartenenti alla formazione cristallina il che proverebbe che la fonte riceverebbe alimenti da molto lontano, provenienti, cioè, da formazioni paleozoiche (Op. cit. pag. 46).

Ci riesce incomprensibile come si possa giungere a tali conclusioni in base alla sola analisi chimica che per di più, per non essere riportata, ci è ignota. Il massimo che si avrebbe potuto concludere sarebbe stato di poter dire che il sedimento non era di natura calcarea.

L'ipotesi del COMELLI è stata ricordata nella pagina precedente.

Ancora nel 1903 il TARAMELLI scriveva che «sebbene la natura chimica di queste torbide non sia nota» riteneva probabile si trattasse di materie ocracee piuttosto che calcaree. (Op. cit. pag. 18).

Dato che nulla mi risulta esser stato pubblicato su questo argomento mi pare interessante render noti i risultati di alcune analisi eseguite su questo materiale di torbida, già nel 1904 dall'Istituto chimico agrario sperimentale di Gorizia. Le analisi furono eseguite da BENESCHOVSKY e sono riportate ai N. 5754, 5755 e 5759 dei registri del 1904 e da noi esposte nella Tab. III [1]).

Se ora si paragonano questi dati con quelli eseguiti sulle torbide dell'Isonzo, (An. N. 5713 di BENESCHOVSKY) si rileva tosto quanto grande sia la differenza fra questi due tipi di materiali sospesi: quelli dell'Isonzo, infatti, sono calcareo-dolomitici; quelli di Fontefredda, invece, sono di natura prevalentemente silico-argillosa.

I dati che abbiamo sulla composizione chimica delle torbide di Fontefredda non ci permettono tuttavia di identificare la loro precisa natura; non riusciamo, cioè, ad affermare, senza dubbi, se trattasi di «terra rossa» mista a sottile limo calcareo (ossia di materiale proveniente dalla superficie della soprastante catena montuosa mescolato a limo calcareo acquistato nel tragitto sotterraneo), oppure, invece, se trattasi di sostanze argillose provenienti dal disfacimento fisico o chimico di rocce marnoso-arenacee eoceniche che in questo modo potrebbero attestare il contributo di torrenti subaerei provenienti dai complessi montuosi esterni alla catena M. Santo-Vodice.

Interessante è pure il progressivo aumento dei sesquiossidi ferro-alluminici via via che la quantità del materiale tenuto in sospensione diminuisce e che presumibilmente si fa sottile e quindi di natura più spiccatamente colloidale.

Per quanto riguarda *la terza ipotesi* poco si può aggiungere a quanto finora esposto. Ricordiamo solamente come siano già state prospettate eventuali possibilità di alimentazione da parte del torrentello Slatna che solca la valle che separa il M. Santo dalla Bainsizza, valle rivestita da sedimenti marnoso-arenacei eocenici; come pure da altre acque che raccogliendosi nella conca di Gargaro, talora allagandola, vengono poi inghiottite da numerose foibe e da grotte sotterranee fra le quali quelle di Gargaro sono le più note ed estese.

---

[1]) L'analizzatore fa presente che le analisi esposte nelle colonne 5, 6 e 8 della Tab. III per la troppo piccola quantità di sostanza avuta a disposizione sono da considerarsi con una certa approsimazione.

Tabella III

Composizione chimica del materiale di torbida dell'Isonzo, di Fontefredda e del torrentello Slatna.

	Isonzo	Fontefredda (Cecconi)	Fontefredda (Comunale)			Sorg. Intermittente		Sorg. Intermittente	Slatna (64 km.)
	1904	15 9-1904	15-9-1904	16-9-1904	17-9-1904	Alta 16-9-1904	Bassa 16-9-1904	17-9-1904	15-9-1904
Materiale tenuto in sospensione da 100.000 parti di acqua (grammi per ettolitro)		12.15	9.53	3.57	1.34	3.28	3.32	2.05	47.80
Composizione chimica di 100 parti di questo materiale:									
Residuo insol. in ac. cloridico	23.88	60.58	70.42	57.64	54.79	59.38	61.33	46.74	69.25
Ossidi di ferro e di alluminio	4.64	15.84	13.77	19.0 8	23.29	18.77	17.63	19.77	11.93
Ossido di calcio	33.75	8.80	4.61	7.06	7.19	4.46	5.26	11.86	6.76
Ossido di magnesio	4.92	1.90	1.50	—	—	—	1.76	—	1.02

Note sono parimenti le obiezioni che si sono fatte in riguardo e non intendiamo qui discuterle; riportiamo, invece, due analisi fatte dall'Istituto nel 1903 su campioni inviatigli il 27 ottobre di quell'anno (An. N. 5304 e 5305): una di esse riguarda la sorgente dello Slatna [1]) l'altra il torrente nei pressi di Gargaro.

La temperatura della sorgente era di 12°7 C (Temperatura dell'aria 17° C) quella del torrente era di 12° C.

Il fatto più saliente che si riscontra confrontando le analisi di queste acque è la differenza che intercorre fra esse e più precisamente la minor durezza delle acque del torrente; fatto difficilmente spiegabile se non si ammette una diluizione momentanea ad opera di altre acque provenienti da sorgenti di diversa composizione chimica. Va altresì rilevata l'analogia di composizione fra le acque di Fontefredda e quelle dello Slatna.

Nell'anno successivo, 1904, l'Istituto analizzava nuovamente l'acqua dello Slatna rilevando una durezza simile a quella riscontrata nell'anno precedente alla sorgente. Essa, infatti, fu di 8.76 con un residuo fisso a 100° C di 19.80 (An. N. 5754/61).

Il prelevamento ebbe luogo il 15 settembre 1904 contemporaneamente agli altri di Fontefredda e di quest'acqua fu pure analizzato il materiale tenuto in sospensione.

I risultati, esposti nella tabella seguente, palesano evidenti grandi analogie con quelli di Fontefredda prelevate allo stesso giorno ed hanno per questo motivo grande interesse. Siamo dolenti, invece, di non possedere un'analisi chimica più dettagliata specialmente per quanto riguarda il contenuto in carbonati di calcio e di magnesio. Sotto questo riguardo però sono degne di meditazione le analisi comparative eseguite da questo Istituto sulle acque inviate dal Comune di Gorizia con nota del 27 ottobre 1903 (unitamente a quelle dello Slatna) e che pertanto si deve presumere trattarsi di prelevamenti contemporanei.

Quattro campioni d'acqua sono così contrassegnati:

1. Acqua dell'Isonzo
2. Sorgente dello Slatna

[1]) Dice il COMELLI che numerosissime sono le sorgenti che alimentano lo Slatna e che ben sette sarebbero le sue diramazioni; tutta la zona di Gargaro sarebbe a sua volta ricca di sorgentelle. L'acqua, tuttavia, avrebbe tendenza a scomparire sempre più rapidamente dalla superficie e questo fenomeno di abbassamento delle acque si accentuerebbe a memoria d'uomo.

Ricorda altresì il COMELLI che anche il Monte Santo (che prima di assumere tale nome in seguito alla nota apparizione della Madonna, si chiamava «acquoso») avrebbe avuto un gran numero di sorgenti perenni; secondo un vecchio libro. addirittura parecchie decine. (Op. cit. pag. 75).

3. Torrente Slatna a Gargaro
4. Sorgente del Merzlek (Fontefredda) - Sorgente Comunale.

Eccone i risultati:

Composizione chimica delle acque dello Slatna paragonata con quelle dell'Isonzo e di Fontefredda
(An. N. 5303 - 5306 di DEVARDA)

	1	2	3	4
Ossido di calcio . .	4,98	8,48	5,16	6,88
Ossido di magnesio .	1,66	tr.	0,38	0,39
Anidride solforica .	tr.	tr.	tr.	tr.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	—	—	—	—
Nitriti	—	—	—	—
Nitrati	tr.	tr.	presenza	tr.
Sostanza organica .	1,50	1,75	1,25	1,35
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7,3	8,5	5,7	7,4

Si desume da esse l'analogia di composizione che sussiste fra le acque di Fontefredda e quelle dello Slatna e la differenza con quelle dell'Isonzo. Si rileva altresì come uno stesso grado di durezza non sia necessariamente un segno di analogia fra la composizione chimica delle acque.

Circa *la quarta ipotesi,* che contempla la possibilità d'una lontana provenienza delle acque di Fontefredda diremo che essa fu prospettata, meditata e sostenuta in modo particolare dal COMELLI ed accolta dalla maggioranza anche in tempi più recenti senza affrontare con pari profondità di indagine se questa ipotesi fosse ancor oggi sostenibile.

Da quanto abbiamo esposto già si conoscono i motivi che indussero quel valente studioso ad avanzare una simile ipotesi: la ricchezza delle sorgenti di Fontefredda e la freschezza pressochè costante delle sue acque facevano presupporre non solo l'esistenza d'un esteso bacino di alimentazione; ma anche una provenienza da zone molto alte. Siccome lontani erano i monti elevati, da lontano dovevano necessariamente giungere le acque di Fontefredda.

Lo sguardo, spaziando verso le Alpi, s'era così fermato sull'altipiano della Bainsizza o, come allora si chiamava, del Lasceg o Laschek. Detto altipiano si elevava in media di 800 m. s. m.; era circoscritto a oriente e a mezzogiorno dalle valli di Chiapovano e di Gargaro; a settentrione e a ponente da quelle dell'Idria e dell'Isonzo; misurava una superficie di circa 146 chilometri quadrati.

«Quella regione - scriveva il Comelli - così alta e così bene isolata, l'abbiamo vista chiudersi a levante con un dislivello di dugendo metri senz'acque visibili, eccetto l'esigua sorgente di Chiapovano. A nord-est la si vide abbassarsi in una rapida scesa di 650 metri all'incirca fino al profondo canale dell'Idria, e anche qui senz'essere bagnata d'un acqua purchessia in quella direzione. A nord e a sud lo si vide coprirsi da una corteccia eocenica, irrigata soltanto verso Gargaro da non molti e tutti sottilissimi getti d'acqua, che tendono ad impoverirsi a memoria d'uomo e a sparire .E verso l'Isonzo, ove il dislivello è maggiore (da 720 ai 750 m.) si videro le acque comparire a due piani distinti: le perenni e copiose ma uniche (e sono il Merslek), a livello del fiume; e le temporanee, brevi ma numerosissime, da 40 a 45 metri più alte». (Op. cit. pag. 96).

Il COMELLI spiegava bensì l'aridezza dell'altipiano con la presenza degli inghiottitoi carsici *(foibe)*, ma si preoccupava di non trovare la loro via d'uscita e faceva pertanto presente: «quelle acque se non sono il Merslek, dove si perdono o dove riscaturiscono esse quest'acque?» Eppure - diceva ripetendo un detto del DÉSOR - bisogna ch'esse trovino un uscita da qualche parte; altrimenti ogni valle si trasformerebbe ben presto in un lago». (Op. cit. pag. 96).

Con accurati calcoli il COMELLI rilevava la quantità d'acqua dispersa nel sottosuolo dell'altipiano valutandola a 116.000 metri cubi giornalieri pari quindi al doppio della portata ordinaria di Fontefredda.

Le origini di quest'ultima sarebbero situate di conseguenza a 14 km. di distanza in linea retta dal loro affioramento; il dislivello sarebbe stato di quasi 900 metri e la consecutiva pendenza media del 64 per mille sarebbe stata più che sufficiente per conferire alle acque una straordinaria velocità.

Pur ammettendo una inevitabile tortuosità del corso sotterraneo questo ultimo non doveva presentare eccessive complicazioni nel suo deflusso in modo da permettere alle acque di mantenere la loro caratteristica freschezza. Affinchè essa possa aver luogo il COMELLI faceva presente che bisognava ammettere inderogabilmente tre cose: un rapido abbassarsi alle sue origini; nessun bacino intermedio o pochissimi e brevi e poco profondi; nessuna o una minima mescolanza con altre acque d'origine più vicina e quindi più basse e calde.

«Senza di ciò - concludeva il COMELLI - il Merslek non sarebbe più il Merslek e la sua freschezza non sarebbe cosa possibile». (Op. cit. pag. 101).

Quanto esposto valga a far conoscere quanto complessa è la questione delle origini delle acque di Fontefredda. Dall'epoca in cui scriveva il COMELLI (1887) ad oggi grandi sono stati i progressi della scienza e delle cognizioni geologiche locali. È giustificato chiedersi pertanto se queste conclusioni possono ritenersi valide anche ai nostri giorni. È un tema interessante, ma che va affrontato con quella stessa serietà e profondità d'indagine che sono la più bella caratteristica dell'opera del sopraricordato autore.

Circa la provenienza delle acque di Fontefredda una sola cosa è certa: che esse non si possono considerare acque di esclusiva infiltrazione isontina. Tuttavia prima di escludere definitivamente la possibilità di un contributo dell'Isonzo, come pure di asserire che esse traggano origine dall'altipiano della Bainsizza mi sembra che si debbano fare ancora molte accurate ricerche, sia con nuovi mezzi di ricerca, sia in base alle più recenti conoscenze della struttura tettonica delle masse montuose della regione.

TAB. IV **Caratteristiche chimiche della**

Località			Sorgente Comunale	Sorgente Comunale
Data	1899	5-1903	27-10-1903	(1903)
Temperatura dell'acqua (in gr. C)	—	9.2	10°9	9°
Temperatura dell'aria (in gradi C)	—	—	17°2	10°8
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7.20	6.98	7.4	7.55
Su 100.000 parti di acqua: . . (grammi per ettolitro)				
Sostanza organica	0.79	0.72	1.35	—
Residuo fisso a 100°C.	14.60	14.23	—	19.08
Ossido di calcio	6.50	6.35	6.88	6.84
Ossido di magnesio	0.50	0.45	0.39	0.50
Ossidi di ferro e di alluminio .	—	—	—	0.12
Anidride silicica	—	—	—	3.44
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	0.23
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	—
Nitriti	ass.	ass.	ass.	—
Nitrati	ass.	ass.	tr.	—
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.
Acido carbonico libero e semi-combinato				5.8

permetterà alle acque un contatto più o meno lungo con la roccia calcarea [1]). Le caratteristiche delle sorgenti che veniamo ora ad illustrare confermano quanto ora esposto.

2. - Caratteristiche chimiche di alcune sorgenti carsiche del goriziano.

1. Le sorgenti di Chiapovano

Sgorgano nel noto Vallone di Chiapovano a 607 m. s. m. presso l'omonimo paese fornendo circa 900-3700 m³ giornalieri di ottima acqua potabile, fresca e limpida.

Vicino alla sorgente principale si notano alcune scaturigini minori e poco discosto altre undici piccole polle.

L'acqua proviene evidentemente dai soprastanti altipiani carsici costituiti da rocce calcaree e dolomitiche e caratteristica pertanto appare la relativa ricchezza di composti magnesiaci che determina un più stretto rapporto fra le due basi alcalino-terrose (calcio e magnesio).

Le prime analisi sommarie risalgono al 5 dicembre 1885; furono prelevate dalla Commissione Comunale per il provvedimento idrico e inviate a questo Istituto sperimentale per accertare la potabilità di due campioni raccolti sui versanti settentrionale e orientale del Vallone.

Le analisi registrate al N. 148 furono eseguite da T. FRÜHAUF e J. URSIC; da esse si può solo desumere la relativa omogeneità delle acque sgorganti dalle diverse polle.

Un'altra analisi, più completa, venne eseguita il 23 agosto 1899 (analisi N. 3017 di A. BENESCHOVSKY) su un campione inviato all'Istituto. Un'altra ancora fu eseguita nel giugno 1903 (analisi N. 4977 di PAPEZ) su un campione inviato dalla direzione della Scuola di Chiapovano.

Tutte queste analisi ci dimostrano che le acque delle sorgenti di Chiapovano hanno una composizione pressochè costante e che differiscono da quelle dell'Isonzo per un maggior grado di durezza e per un maggior contenuto di carbonati di magnesio.

---

[1]) Non è infatti la stessa cosa se durante una stessa unità di tempo le acque sono distese come un velo sulla superficie calcarea; oppure se stanno raccolte in una grande cavità carsica.

Quanto maggiore è la superficie di contatto tanto maggiore è la quantità di sali che possono venire solubilizzati dalle acque meteoriche.

In ciò, come vedremo, riposa pure la causa fondamentale della diversità che sussiste fra la composizione chimica delle acque fluviali e quelle freatiche di uno stesso corso d'acqua.

III. - Le caratteristiche chimiche della sorgente dell' Isonzo paragonate con quelle di altre sorgenti carsiche del goriziano.

1. - Considerazioni generali.

Nota la composizione chimica delle acque della sorgente dell'Isonzo viene spontaneo il chiedersi se la loro grande purezza (chimica) sia una caratteristica specifica di questa sorgente oppure se essa rappresenti un fenomeno piuttosto comune alla maggior parte delle sorgenti che hanno il loro bacino di alimentazione in rocce calcaree di natura più o meno carsica.

Viene altresì spontaneo il chiedersi quale sia il motivo di tale purezza dato che, a prima vista, come del resto era un tempo timore generale, pareva logico supporre che le acque provenienti da rocce calcaree avrebbero dovuto possedere un elevato grado di durezza per la quantità di carbonati di calcio solubilizzati dalle acque nell'attraversare queste masse calcaree.

Credo però che allora non si valutasse nella giusta misura un altro importante fattore della circolazione delle acque in ambienti carsici, consistente nella rapidità normale del loro deflusso per le grandi vie aperte già da tempo nel complesso roccioso. Fessure e inghiottitoi carsici portano infatti rapidamente le acque di scorrimento superficiale in più vaste cavità sotterranee che a lor volta le scaricano all'esterno in forma di sorgenti o di risorgenti.

Accanto alla filtrazione lenta che alimenta lo stillicidio e che maggiormente satura le acque con basi alcalino-terrose, nelle contrade carsiche, v'è una grande quantità di acqua piovana che scorre alla superficie del suolo e che, trovato un inghiottitoio si inabissa per riaffiorare, in genere, in tempo relativamente breve, nelle sorgenti.

Questa massa d'acqua non ha tempo sufficiente per intaccare la roccia calcarea e mantiene quindi un relativo grado di purezza.

Nulla di preciso si può tuttavia dire circa il grado di durezza che possono presentare le acque delle sorgenti carsiche dato che esso può essere notevolmente influenzato, secondo i casi, sia dall'intensità dei periodi piovosi (e quindi dalla massa d'acqua caduta sull'unità di superficie), sia dalla configurazione della circolazione interna che

sorgente di Fontefredda (Merzlek).

Sorgente principale			Sorgente Comunale	Sorgente Comunale	Sorgente Ceconi	Sorgente Intermittente alta	Sorgente Intermittente bassa
(1903)	15-10-1903	28-10-1903	(1904)	(1904)	(1904)	16-9-1904	16-9-1904
$8^{0}9$	—	—	—	—	—	—	—
$5^{0}8$	—	—	—	—	—	—	—
7.2	6.4	6.5	7.04	6.28	6.85	6.12	6.30
—	0.57	1.72	1.65	1.60	1.75	1.35	1.30
17.96	15.43	15.70	16.20	15.18	15.82	15.06	15.20
6.58	—	—	—	—	—	—	—
0.46	—	—	—	—	—	—	—
0.10	—	—	—	—	—	—	—
2.02	—	—	—	—	—	—	—
0.20	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
5.5							

2. Sorgente del Liach

Scaturisce ai piedi dell'altipiano di Tarnova nella nota bassura che si stende fra Aisovizza e Sambasso. È alimentata dalla soprastante massa calcarea tarnovana sospinta da complessi movimenti tettonici sulla formazione arenaceo-marnosa eocenica che ammanta la valle del Vipacco.

Le acque della sorgente analizzate dall'Istituto il 27 ottobre 1903 (analisi N. 5307 di DEVARDA) avevano una composizione molto affine a quelle dell'Isonzo. La loro durezza era infatti di solo 4.5 gradi tedeschi data quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Si deduce dunque che anche in questo caso l'infiltrazione delle acque meteoriche deve essere rapida e seguente vie ampie e ben modellate.

La temperatura delle acque alla sorgente era di 10°5 C (temperatura dell'aria 18°6 C).

3. Sorgente Vitouseg

Poco più a oriente delle sorgenti del Liach sgorga, al limite dell'Eocene, poco sopra le ultime case del villagio di Vitulje, a circa 418 m. d'altitudine una sorgente della portata di circa 700 m^3 giornalieri. La sua temperatura, misurata il 10 luglio 1887 fu di 11° C (8°8 R).

Un'analisi sommaria eseguita all'Istituto di Gorizia diede per essa una durezza di 4.8 gradi tedeschi ed un residuo fisso a 180° C di 10 grammi per ettolitro di acqua. (COMELLI - Op. cit. pag. 141).

4. Sorgenti di San Paolo

Scaturiscono pure esse ai piedi dell'altipiano di Tarnova, ma più in alto, a circa 450 m. s. m., sopra Vertovino, attorno ad un picco calcareo isolato alto 525 m. s. m. sul quale sorgeva una piccola chiesetta che lasciò a quel luogo l'eredità del suo nome.

Le sorgenti - come scrive il COMELLI che le studiò accuratamente - che più interessano sono tutte a sinistra del picco ed abbracciano una linea di ottocento metri; si raccolgono in due rami principali che poi si uniscono sotto Vertovino dando origine al torrente Vertovinski.

Le sorgenti sono sette, tre delle quali più abbondanti e costituenti il ramo di sinistra. La principale esce dalla roccia viva al limite delle marne eoceniche. Localmente veniva chiamata *Preiorat* o *dello speco.*

sorgente di Fontefredda (Merzlek).

Sorgente principale			Sorgente Comunale	Sorgente Comunale	Sorgente Ceconi	Sorgente Intermittente alta	Sorgente Intermittente bassa
(1903)	15-10-1903	28-10-1903	(1904)	(1904)	(1904)	16-9-1904	16-9-1904
8°9	—	—	—	—	—	—	—
5°8	—	—	—	—	—	—	—
7.2	6.4	6.5	7.04	6.28	6.85	6.12	6.30
—	0.57	1.72	1.65	1.60	1.75	1.35	1.30
17.96	15.43	15.70	16.20	15.18	15.82	15.06	15.20
6.58	—	—	—	—	—	—	—
0.46	—	—	—	—	—	—	—
0.10	—	—	—	—	—	—	—
2.02	—	—	—	—	—	—	—
0.20	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.
—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
5.5							

6. Sorgenti dell' acquedotto di Vipacco.

Da una relazione presentata da A. de VARDA al Consiglio provinciale di Sanità il 14 aprile 1928, relazione conservata nell'archivio di questo Istituto, si apprende che Vipacco e Verpogliano disponevano di un acquedotto della portata giornaliera di 80 m^3.

In seguito alle aumentate esigenze della popolazione l'ing. CARLO RIZZOLI di Bologna, per incarico del Comune di Vipacco, presentava un progetto di acquedotto per i suddetti due Comuni nel quale si prospettava l'allacciamento alla sorgente dell'acquedotto già esistente di due nuove sorgenti di maggior portata che scaturivano poco distanti dalla prima. Così rinforzate, le tre sorgenti, in periodo di magra, avrebbero dato complessivamente in media 4.7 litri al secondo pari a 406 m^3 giornalieri di acqua.

Più tardi ad esse si aggiunse ancora l'acqua di una nuova sorgente captata nelle vicinanze, ossia nella regione di Puscava, all'altezza di 300 m.s.m. e denominata «Quota 300».

La sorgente non era perenne, aumentava considerevolmente la sua portata durante i periodi di pioggia sgorgando tuttavia sempre limpidissima.

Negli archivi dell'Istituto ho trovato analisi delle seguenti sorgenti del Vipacco senza tuttavia potermi fare una precisa idea sulla loro esatta ubicazione e condizioni geoidrologiche:

1. Sorgente principale detta «Sotto la roccia» situata sul pendio boschivo sottostante alla parete rocciosa del Kouk.

2. Sorgente detta «Pusava» distante in linea d'aria 100 m ad oriente della prima.

3. Sorgente «Quota 300».

4. Bacino di presa della sorgente o delle sorgenti che alimentano l'acquedotto di Vipacco, situato a circa 200 m a oriente della sorgente «Pusava».

5. Sorgente «pod škálam v Puščah» per l'acquedotto «Vrhpolje-Duplje pri Vipavi» analizzata il 21 maggio 1912 dalla Stazione chimico-agraria di Lubiana.

6. Sorgente Pod Lipca, ritenuta nel 1903 quale la migliore sorgente del Vipacco. Consegnata il 24 febbraio 1903 si hanno di essa solo i dati essenziali riguardanti la potabilità. Si distingue dalle altre per la mite durezza (analisi N. 4978).

Tutte queste sorgenti hanno una natura carsica; sono alimentate dalle masse calcaree e più limitatamente dolomitiche, che costituiscono il soprastante altipiano della Selva di Piro pur esso sospinto sugli antestanti substrati eocenici marnoso-arenacei della Valle del Vipacco.

Tutte queste acque hanno una speciale caratteristica comune, quella cioè di possedere un notevole grado di durezza (circa 12 gradi) dato da carbonati di calcio e in minor misura da carbonati di magnesio; di esser fornite di sensibili quantità di solfati e di avere in certi casi temperature molto basse.

Sotto questo riguardo mi permetto tuttavia di dubitare sull'esattezza della temperatura di 2°4 riscontrata il 2 ottobre 1927 nelle sorgenti «Sotto la roccia» pur conoscendo per esperienza personale quanto siano fredde le acque del Vipacco alle sue sorgenti, tali da conferire a questo corso d'acqua già dall'antichità il nome di *Frigidus*.

E ancora più significativa è questa osservazione se si paragonano le analisi delle sorgenti «Sotto la roccia» con quella di «Pod skalam», che sono omonime e che di conseguenza dovrebbero indicare una stessa sorgente. La temperatura dell'acqua viene data in 12° C; la composizione chimica è fondamentalmente la stessa trattandosi di acque più diluite, ma con lo stesso rapporto fra le basi alcalino-terrose e proporzionalmente pure di residuo secco e di durezza.

Mi sia permesso ancora di ricordare come nell'estate 1925 prestando servizio militare in un battaglione del 1° Regg. Fanteria distaccato a Vipacco, mi si era offerta una propizia occasione per esplorare le grotte e le cavità carsiche situate alla base dell'altipiano della Selva di Piro [1]). Ho potuto fare altresì la seguente osservazione su una delle sorgenti accessorie del Vipacco [2]).

Dopo un lungo periodo siccitoso, nella seconda metà di giugno (1925) un breve, ma violento temporale investì alle ore 10 la zona di Vipacco. Alle ore 18 feci un sopraluogo alla polla che sgorga presso le ultime case del paese vicino alla strada carrozzabile che guida a S. Vito. L'acqua usciva ancora limpida e tranquilla senza il minimo segno di incremento; al mattino seguente, invece, essa sgorgava con grande violenza e torbida.

---

[1]) Purtroppo le osservazioni sono ancora troppo incomplete per formare oggetto di una memoria.

[2]) La sorgente principale (attorno alla quale allora si allineavano i tavoli della trattoria «Podskala») sgorga ai piedi di una massa rocciosa calcarea che manifesta evidenti le traccie di cedimenti interni assumendo pertanto una foggia intermedia fra quella del canalone e della conca.

Questa osservazione darebbe adito alla seguente deduzione: La polla non sarebbe alimentata, almeno in modo prevalente, dalla zona immediatamente adiacente dato il ritardo della sua intumescenza. Sarebbe invece più logico ritenere che le acque provengano dal soprastante altipiano nel quale si inabissano con relativa rapidità; scorrendo poi sul substrato eocenico impermeabile si caricherebbero di sostanze argillose di torbida.

7. *Sorgenti situate sul Carso Goriziano.*

a) Sorgente di S. Daniele del Carso.

Il 17 settembre 1929 si prelevò l'acqua derivata da una sorgente che si desume esser stata molto modesta, nella frazione di Cobdil Superiore - S. Gregorio nel comune di S. Daniele del Carso.

La sorgente scaturiva a SO del paese vicino ad un viottolo campestre, un metro e mezzo sotto la via, e veniva raccolta in una buca aperta e profonda circa 2 metri.

In questo bacino di presa - e quindi non direttamente alla sorgente - fu tolto il campione analizzato. Ciò spiega l'elevata temperatura dell'acqua (15° C) e fors'anche la sua ricchezza in cloruri e in solfati tanto più che non viene escluso un inquinamento con acque stagnanti esistenti nelle vicinanze.

Ciò nonostante un tanto non influisce su quanto a noi maggiormente interessa conoscere, ossia la durezza e i rapporti fra le basi alcalino-terrose. Le acque sono molto dure ed i sali in soluzione dati quasi esclusivamente dal calcio.

b) Sorgente di Brestovizza della Valle.

Scaturisce sul ripido pendio, circa 400 m a nord della casa segnata allora col N. 120 del paese di Brestovizza Superiore.

Il Carso è qui costituito di rocce calcaree e dolomitiche il che spiega forse l'elevata compartecipazione dei sali di magnesio. La durezza dell'acqua tuttavia è mite (7.1 gradi); alta è viceversa la temperatura dell'acqua prelevata il 25 novembre 1927 misurando ben 17° C (temperatura dell'aria 17°8 C).

c) Sorgente di Doberdò.

Il COMELLI che il 18 settembre 1886 aveva visitato il lago di Doberdò notava che «l'acqua abbondantissima che vi scaturiva, dopo

TAB. V

Caratteristiche chimiche di sorgenti di tipo carsico del

Località	Sorgenti di Chiapovano				Sorgente del Liak	Sorgente di S. Paolo	Sorgente del Hubel (Aidussina)			Sorgenti per l'acquedotto di			
										Sorgente „Sotto Roccia“	Sorgente „Pusava“	Sorgente „Q. 300“	Bacino di presa
Data	(5-12-1885)	5-12-1885	23-8-1899	6-1903	27-10-1903	22-7-1887	(1903)	1-9-1904	22-12-1909	2-10-1927	2-10-1927	30-7-1929	2-10-1927
Temperatura dell'acqua (in gr. C)	9°4	9°4	—	—	10°5	10°4	8°3	—	—	2°4	4°	12°3	14°
Temperatura dell'aria (in gradi C)	4°5	4°5	—	—	18°6	—	22°	—	—	19°	17°3	20°2	17°4
Durezza totale (in gradi tedeschi)	9.5	10.1	9.42	9.7	4 5	5.4	8.5	5.5	6.1	12.7	13.6	11.75	12.8
Su 100.000 parti di acqua: . . (grammi per ettolitro)													
Sostanza organica	ass.	ass.	0.58	0.72	0.80	ass.	3.50	0.75	1.45	0.27	0.41	tr.	0.58
Residuo fisso a 100°C.	18.60	18.40	17.91	18.80	—	11.10 (a 180° C)	13.48 (a 105° C)	13.75	13.26	22.38 (a 180° C)	25.04 (a 180° C)	22.32 (a 180° C)	28.12 (a 180° C)
Ossido di calcio	—	—	4.95	5.15	4.50	3.82	7.28	—	—	9.33	10.60	8.85	10.10
Ossido di magnesio	—	—	3.19	3.25	tr.	1.08	0.83	—	—	2.44	2.21	2.09	1.98
Ossidi di ferro e di alluminio .	—	—	0.11	—	—	tr.	—			ass.	ass.	ass.	ass.
Anidride silicica	—	—	0.09	—	—	0.04	—			0.43	0.58	0.37	0.67
Anidride solforica	tr.	tr.	ass.	tr.	tr.	0.06	—	tr.	tr.	1.02	0.98	tr.	0.95
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.	—	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	as .
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	0.16	0.03	tr.	tr.	ass.	ass.	ass.	ass.

Goriziano.

Vipacco		Sorgente di S. Daniele del Carso	Sorgente di Brestovizza	Sorgente di Doberdò	Sorgenti del Timavo a S. Giovanni di Duino		
Sorgente „Pod Skalam“	Sorgente „Pod Lipca“				I RAMO (vicino alla chiesa).	II RAMO	III RAMO (il maggiore)
21-5-1912	24-2-1903	17-9-1929	25-11-1927	5-10-1890	8-3-1907	8-3-1907	8-3-1907
12°	8°	14°9	17°	—	10°	10°	10°
24°	—	22°9	17°8	—	12°2	12°2	12°2
10.33	6.9	19°48	7.1	8.58	9.64	9.65	9.71
—	1.08	2.16	0.42	—	—	—	—
20.56 (a 120° C)	16.10	39.10	13.48 (a 180)	17.38 (a 110° C)	21.00 (a 110° C)	20.50 (a 110° C)	20.20 (a 110° C)
7.72	—	18.38	3.91	5.66	8.56	8.60	8.69
1.87	—	0.80	2.32	2.09	1.07	1.06	1.02
0.48	—	ass.	tr.	—	0.16	0.18	0.16
0.04	—	0.56	0.42	1.41	0.34	0.34	0.32
0.40	tr.	2.67	1.42	1.24	1.49	1.33	1.60
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	tr.	tr.
0.88 (Na Cl)	tr.	1.29	ass.	0.60	0.80	0.80	0.80

tanta siccità, ancora quel giorno» aveva una temperatura di 10°5 C mentre l'aria segnava 24° C. (Op. cit. pag. 147).

Le scaturigini provenivano tutte dal lato nord; lo scarico si effettuava mediante una voragine sul lato opposto, che tuttavia, in periodo di forte piena, non riusciva a smaltire tutta l'acqua ed il lago si innalzava allora di circa 6 metri.

Circa la provenienza di queste acque egli riteneva che giungessero da molto lontano, ossia «molto alti e molto lontani sui monti, ben al di là dei primi altipiani che sovrastano quel lago». Riteneva che il corso dovesse esser molto ripido per poter conservare quella bassa temperatura.

Successive esperienze, che qui sarebbe troppo lungo ricordare, poterono invece dimostrare che il Vipacco è in relazione con i laghi di Doberdò che raggiunge per via sotterranea infiltrandosi nella massa calcarea del Carso dopo Vertoce. Così pure si potè constatare che le acque del lago sono in comunicazione anche con quelli di Sablici, Pietra rossa e con le sorgenti del Timavo.

Le acque della sorgente di Doberdò prelevate il 5 ottobre 1890 furono analizzate a Trieste e riportate dal TIMEUS nel citato lavoro del 1910 (*Studi in relazione*, ecc.).

Ci pare altresì importante togliere da questa pubblicazione la composizione delle sorgenti del Timavo, sebbene per la loro ormai nota origine si differenzino da quella delle più comuni sorgenti carsiche.

IV. - Acque freatiche.

L'Isonzo, come tutti gli altri fiumi friulani, nel suo deflusso verso il mare, perde un'ingente quantità di acqua, specialmente in corrispondenza del suo letto ghiaioso o del tratto ghiaioso della pianura che attraversa.

Basti ricordare come accurate ricerche eseguite nel 1922 hanno potuto constatare che l'Isonzo perde nel solo tratto Piedimonte-Sagrado, che è di circa 13 Km, ben due terzi della sua portata di magra.

Queste acque si infiltrano, evidentemente, nella massa alluvionale ghiaiosa del letto stesso dell'Isonzo e della pianura latistante espandendosi ai lati ed in profondità con rapidità maggiore o minore secondo la permeabilità offerta nei vari punti del complesso alluvionale e di quella del substrato sul quale esso riposa.

Queste acque che imbevono la massa alluvionale vengono così, in effetti, a scindersi o a costituire diverse falde acquifere, che sono in definitiva le vie lungo le quali le acque di infiltrazione trovano più facile movimento nel loro deflusso.

Le acque fluviali non sono però le sole ad alimentare queste falde acquifere della pianura. Si uniscono ad esse quelle meteoriche che vengono assorbite e smaltite in profondità dai terreni agrari soprastanti; quelle che vi si infiltrano in dipendenza da altri corsi d'acqua minori (rivi e ruscelli che attraversano e che si perdono nella pianura - *lavie* -) o maggiori; quelle che possono rappresentare una condensazione di umidità atmosferica [1]); ecc.

Le caratteristiche chimiche delle acque freatiche saranno a lor volta in relazione anzitutto con quelle originarie della falda alimentante e della composizione chimico-mineralogica della massa alluvionale attraversata; poi con la quantità e con la qualità dei diversi contributi ricevuti; infine con la durata di contatto con i materiali alluvionali attraversati nel senso di una maggiore possibilità offerta alle acque di solubilizzare da essi e quindi di arricchirsi con altre varie sostanze.

Ricorderemo ancora che per le leggi generali stesse delle costruzioni alluvionali nella pianura, ossia per il noto fenomeno della deposizione dei materiali più grossolani a monte e dei più sottili a valle, in seguito

[1]) Nota è in riguardo la vecchia teoria del VOLGER sull'origine delle acque freatiche per condensazione dell'umidità dell'aria negli strati interni della terra.

al quale si originarono le così dette Alte e Basse pianure, ghiaiose le prime e sabbioso-argillose le seconde, le falde freatiche in deflusso sotterraneo verso il mare vengono vieppiù ostacolate nel loro movimento. Giunte al limite di transizione fra le alluvioni ghiaiose e quelle sabbioso-argillose sono costrette in parte ad affiorare e a proseguire con un corso libero superficiale il loro cammino verso il mare.

Hanno così origine le *risorgive* che sgorgano lungo il limite predetto sviluppandosi sia quasi inavvertitamente da aree palustri, sia da caratteristiche polle sorgentifere che qualora abbiano forma circolare sono dette *òlle* o, con termine locale, «bullione».

Un'altra parte delle acque freatiche trova in profondità ulteriori vie di deflusso in vene ghiaiose o comunque in materiali più permeabili che alternano di regola ai sedimenti più argillosi e quindi impermeabili o comunque meno permeabili. Esse vanno pertanto a costituire falde acquifere più profonde che di solito sono dotate di una artesianità più o meno spiccata. Incontrate, cioè, con trivellazioni risalgono più o meno energicamente alla superficie sorpassandone di regola il livello della pianura.

1. Acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione dell'Isonzo.

Facciamo rientrare in questo concetto le acque di più diretta travenazione dell'Isonzo che affiorano sia nel suo letto stesso, sia nelle sue costruzioni alluvionali più recenti.

La vecchia costruzione pleistocenica dell'Isonzo che ha dato origine alla pianura goriziana e gradiscana è stata in seguito erosa da acque entrate in fase terrazzante. Sia durante la fase cataglaciale del Würmiano, sia principalmente durante il Postglaciale le acque che andavano vieppiù infossandosi nelle precedenti alluvioni aprivano a valle un nuovo cono di deiezione, più recente, che oggi vediamo stendersi fra il Carso e circa Gradisca-Romàns-Cervignano.

L'Isonzo scorre su esso pensile o lievemente infossato contenuto da robusti argini nei periodi di grande piena.

Evidentemente gran parte delle acque che l'Isonzo perde in questo ultimo suo percorso vanno ad alimentare le risorgive ed i pozzi di questo lembo di pianura. Essi dovrebbero risentire in modo spiccato le variazioni di portata del fiume stesso, presentando cioè, notevoli e rapide oscillazioni di livello durante i periodi di piena o di magra dell'Isonzo. La caratteristica chimica delle acque dovrebbe altresì essere molto vicina a quella di detto fiume. Entrambe queste manifestazioni

dovrebbero avere un'intensità decrescente via via che ci si allontana dalla sorgente di alimentazione facendo tuttavia presente che tale alimentazione non sempre può aver luogo in senso direttamente laterale, ma anche partendo da località situate più a monte e da qui irradiantisi a ventaglio verso Sud.

Per lo studio delle acque più immediatamente subalvee dell'Isonzo possono interessare le analisi eseguite alla presa del vecchio acquedotto di Gorizia a Straccis, in corrispondenza dell'impianto di sollevamento situato in località detta «Boschetto».

Già si è detto che l'acquedotto di Straccis era alimentato dalla così detta «Acqua della Boschetta» che scaturisce su di un'isoletta bagnata da un lato dall'Isonzo e dall'altro dalla gora derivata dal fiume [1]).

Lungamente l'origine di quest'acqua fu ritenuta incerta in quanto che alcuni la consideravano più semplicemente acqua dell'Isonzo filtrante attraverso i banchi di ghiaia del fiume; altri, invece, sostenevano trattarsi di acqua freatica, o di sottosuolo, ivi affiorante [2]).

Contro quest'ultima opinione il BRESADOLA giustamente faceva osservare che quest'acqua, che veniva raccolta in un pozzo scavato a pochi metri dall'acqua dell'Isonzo destava per lo meno il sospetto di poter essere pure in comunicazione con acque di travenazione fluviale dato il suo variare di temperatura (se pure non molto accentuato) e il suo livello inferiore, sia pure di poco, a quello dell'Isonzo e mai a questo superiore [3]).

Viceversa il BRAMO rilevava come la temperatura di quest'acqua oscillasse fra 12°2 e 13° C (osservazioni del 15 maggio 1893 e del 14 ottobre 1899) e come essa si manteneva indipendente dalle modificazioni di temperatura tanto dell'aria che del fiume Isonzo. L'acqua, poi, non subiva le torbide di quest'ultimo, ma era limpida, incolora ed inodora [4]).

Come vedremo il confronto delle caratteristiche chimiche di queste acque con quelle dell'Isonzo e con quelle freatiche del sottosuolo della pianura goriziana parla nettamente in favore di un'origine per diretta

---

[1]) BRAMO - Op. cit. pag. 36.

[2]) Cfr. BRAMO - Op cit. pag. 36; COMELLI - Op. cit. pag. 117; BRESADOLA - Op. cit. (1902) pag. 35 e (1903) pag. 12.

[3]) BRESADOLA - Op. cit. (1902) pag. 35. - In una successiva pubblicazione il BRESADOLA fa presente che da informazioni prese dal capo operaio che aveva eseguito il pozzo della Boschetta e dall'ing. HARDMEYER, direttore dell'allora Cotonificio di Strazig sarebbe risultato che l'acqua della Boschetta sarebbe «acqua del sottosuolo, colla quale probabilmente si mescola acqua filtrata dell'Isonzo». *(Discussioni* ecc. pag. 12).

[4]) Op. cit. pag. 37.

infiltrazione delle acque isontine; questa filtrazione non deve essere tuttavia necessariamente immediata perchè può avvenire anche più a monte dando poi luogo ad una specie di rinascimento.

Si potrebbe così spiegare la sua ordinaria limpidezza e la relativa costanza di temperatura, sebbene riguardo alla effettiva consistenza di queste acque siano necessarie più sistematiche osservazioni.

Accanto alle analisi riportate nella seguente tabella abbiamo notizie di due altre analisi sommarie eseguite su prelevamenti effettuati il 20 ottobre 1891 e il 25 novembre 1893. (Analisi registrate ai N. 588 e 1002).

Dai dati che abbiamo a disposizione sarebbe lecito dedurre la costanza della composizione. La durezza infatti sarebbe in entrambi i casi di 7.1 gradi tedeschi; il residuo fisso sarebbe in un caso di 16.28 a 100° C e nell'altro campione di 15.00 a 160° C.

Nel 1902 la stessa acqua fu analizzata dall'Istituto chimico del Politecnico di Vienna con analoghi risultati [1]).

Sulle caratteristiche delle acque di più diretta infiltrazione laterale dell'Isonzo sul suo più recente cono di deiezione ci possono servire di indizio le analisi seguite su un'acqua sollevata con pompa Northon a Pieris [2]).

Nel 1886 (9 aprile) si esaminarono sommariamente anche le acque del Pozzo Comunale e del Pozzo Canal di S. Pietro d'Isonzo. Di esse sappiamo solo che la loro durezza era di 6.4 e di 6.5 gradi tedeschi ed il residuo fisso di 12.99 e rispettivamente di 13.64 [3]).

Non avendosi alcuna ulteriore notizia in riguardo che ci potesse far maggior luce e per giustificare tale maggior diluizione delle acque si deve presumere l'influsso di acque meteoriche di più diretta infiltrazione o conseguenti ad un'originaria variazione di quelle dell'Isonzo in seguito a piena straordinaria.

Possono altresì servirci di guida altre analisi di acque derivate da falde freatiche di evidente alimentazione isontina attinte a circa 22 m di profondità in un pozzo situato a Villesse e a circa 18.5 m di profondità in un altro sito a Gradisca; lo stesso si potrebbe forse anche dire per le acque prelevate in quest'ultima località nel pozzo dell'azienda Fratelli Mucchiut.

---

[1]) BRAMO - Op. cit. Pag. 37.

[2]) Analisi registrata col N. 3056 del 1899. Essa viene riportata, senza riferimenti pure a pag. 46 della pubblicazione geoagronomica di questo Istituto (1938).

[3]) Non si specifica a quale temperatura. (An. N. 306).

TABELLA VI **Caratteristiche chimiche delle acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione isontina.**

Località	Boschetta di Straccis		Villesse a 22 m di profondità	Pieris a 24 m di profondità	Gradisca a 18.5 m di profondità	Gradisca Pozzo F.lli Mucchiut	Muscoli (Pompa Northon)
Data	1899	1902	1899	1899	1899	2-10-1930	1899
Durezza totale (in gradi tedeschi)	7.78	8.10	9.27	8.46	9.86	11.78	11.41
Su 100.000 parti di acqua: (Grammi per ettolitro)							
Sostanza organica	0.69	—	1.00	1.54	0.42	2.08	0.22
Residuo fisso a 100 ⁰ C.	15.10	15.29	18.61	16.53	19.30	22.28	22.15
Ossido di calcio	5.85	6.08	7.03	6.30	7.40	9.09	6.97
Ossido di magnesio	1.38	1.46	1.60	1.54	1.76	1.94	3'17
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—	—	—	—
Anidride silicica	—	0 68	—	—	—	0,33	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	ass.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	0.1 (U_2O_3)	tr.	tr.	ass.	ass.	tr.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	0.63	tr.
Acido carbonico	—	6.16	—	—	—	—	—

TABELLA VII

Caratteristiche chimiche di risorgive della Bassa pianura goriziana in destra Isonzo.

Località	Fra Villavicentina e Aquileia	Scodovacca	Cervignano	Strassoldo
Data	1899	1899	1899	1899
Durezza totale (in gradi tedeschi)	11.50	10.34	11.44	11.92
Su 100.000 parti di acqua: (Grammi per ettolitro)				
Sostanza organica	1.05	0.87	1.18	0.66
Residuo fisso a 100° C	22.43	20.15	21.94	23.00
Ossido di calcio	8.22	7.30	6.92	7.62
Ossido di magnesio	2.34	2.17	3.23	3.07
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	tr.	ass.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.

Come si vede ben minime sono le differenze che intercorrono fra le caratteristiche chimiche delle acque dell'Isonzo e quelle di queste falde freatiche più superficiali, il che ci dimostra l'intima connessione fra entrambe.

Se ora estendiamo le osservazioni sulla composizione chimica delle acque che sgorgano dalle polle di risorgiva situate in destra Isonzo non possiamo fare a meno di ricordare come le conoscenze geopedologiche che si hanno su questo tratto di Bassa pianura goriziana ci dicano come essa non si sviluppi regolarmente dall'Alta pianura, similmente a quanto si verifica nella vicina pianura centrale friulana, ma che è stata variamente influenzata e talora sovrapposta dalle più recenti alluvioni dell'Isonzo facenti capo al citato cono di deiezione postglaciale che si apre a ventaglio a sud di Gradisca.

Via via che ci si allontana dall'Isonzo è quindi facile che la falda freatica di più diretta alimentazione isontina sia pure investita da altre acque freatiche discendenti dall'Alta pianura in destra Isonzo o di più lontana provenienza (Torre).

È facile comprendere quanto potrebbe essere interessante uno studio sistematico di queste acque inquadrato nella cornice delle ora citate possibilità.

Ecco intanto cosa si può desumere dalle analisi che abbiamo a nostra disposizione e che riuniamo nella seguente tabella. VII.

1. Rispetto alle acque dell'Isonzo in tutte le polle esaminate si nota un aumento del grado di durezza delle acque e con esso quello delle percentuali dei carbonati di calcio e di magnesio in esse disciolte.

2. Nelle risorgive situate a oriente di Cervignano il rapporto fra calcio e magnesio è più largo che non in quelle che sgorgano a ponente di questa cittadina [1]).

3. Questi dati possono essere ancora più significativi se si pongono in relazione con quelli che riguardano la composizione delle acque più profonde (falde artesiane) di questa zona.

L'identità di composizione potrebbe farci supporre che il Fiume di Terzo segni ad un di presso il limite fra quelli raggiunti in prevalenza

---

[1]) A titolo di informazione si segnala che una polla nei pressi di Cervignano ha dato una composizione del tutto anormale ossia 6.78 di CaO e 0.41 di MgO (Analisi registrata al N. 3047).

Riteniamo tuttavia trattarsi di errore dato che il residuo fisso a 100° è di 21.69, simile dunque a quello delle altre polle. Nè deve darsi eccessivo valore alla coincidenza del contenuto in basi alcalino-terrose con quello della durezza riscontrata che è di 7.35. Non è infatti specificato se questo dato sia stato effettivamente ottenuto oppure sia stato calcolato come frequentemente allora si praticava.

da una falda più orientale maggiormente influenzata dall'Isonzo e da un'altra più occidentale da essa indipendente.

Va da sè che su questo problema sono necessarie ulteriori indagini.

2. Falde freatiche dell' Alta pianura goriziana.

Le acque che filtrano nello spessore delle alluvioni ghiaiose che costitutiscono l'Alta pianura goriziana vengono prima o poi ostacolate nella loro discesa. L'originaria direzione del movimento che in un primo tempo avveniva in senso prevalentemente verticale tende di conseguenza a trasformarsi in un'altra prevalentemente laterale od orizzontale. Le acque, cioè, addensandosi sull'orizzonte meno permeabile tendono a defluire lungh'esso verso la soglia più bassa di richiamo.

La natura di questi orizzonti impermeabili o meno permeabili, nel complesso alluvionale, può essere varia potendosi trattare tanto di materiali più sottili, limoso-argillosi, quanto di orizzonti di cementazione (banchi di conglomerato); come pure dei complessi rocciosi che costituiscono il basamento del materasso ghiaioso.

La presenza e l'influenza di questo substrato geologico può avere notevole importanza nel Goriziano essendo costituito da rocce marnoso-arenacee dell'Eocene medio, per lo più a facies di *flysch*, e quindi impermeabili.

La profonda incisione effettuata dall'Isonzo allo sbocco della sua valle ha messo in luce queste rocce dopo aver attraversato tutta la coltre ghiaiosa precedentemente deposta ed in esse è andato vieppiù infossandosi. Alte sponde di marne e di arenarie accompagnano così il suo letto fin sotto Gorizia rendendo molto problematica, in questo tratto, la possibilità di una alimentazione, per travenazione, delle falde freatiche della pianura.

Molto probabilmente quindi nel tratto situato a monte di Gorizia queste ultime dipenderanno, in modo prevalente, da acque meteoriche e da quelle dei ruscelli che scendendo dalle attigue colline hanno modo di infiltrarsi nel materasso ghiaioso della pianura.

Uno studio razionale sulle caratteristiche geologiche ed idrologiche delle falde freatiche del Goriziano è opera ancora da eseguirsi.

Ricorderemo tuttavia come in vista di un'eventuale possibilità di sfruttare queste acque di sottosuolo per il rifornimento idrico di Gorizia si fosse dato inizio a quelle più dettagliate ricerche che si trovano esposte nel progetto dell'ing. SMREKER in data 1892.

Non abbiamo potuto esaminare questo studio rimasto inedito; sappiamo solamente che il TARAMELLI riferendosi a tale progetto lo dice accompagnato da una carta colle curve del livello freatico per la pianura di Gorizia, dalla quale si apprende l'esistenza di un piano acquifero che dai 65 m.s.m. declina, dapprima molto accentuatamente e indi più dolcemente, alla quota di 35 m, verso un'area più bassa, a guisa di conca, situata a levante di S. Andrea.

Egli nota altresì che l'esistenza di un pendio del livello freatico divergente dall'Isonzo potrebbe attribuirsi al fatto che il fiume attraversando alluvioni incoerenti o conglomerati imperfettamente cementati, alimenta esso medesimo questo *aves* qualora detto pendio non sia causato da sottostanti rocce eoceniche. Rileva altresì che analoga irregolarità del livello freatico si riscontra anche nella regione tra Cormòns e Borgnano che il TELLINI la attribuiva per l'appunto al substrato eocenico poco o punto permeabile [1]).

A quanto ora detto dal TARAMELLI fa contrasto ciò che scrive il BRESADOLA riferendosi allo stesso progetto dell'ing. SMREKER. Egli infatti fa presente come dal rilievo del livello dell'acqua sotterranea risulti che essa si muove generalmente nella direzione dalle montagne verso il fiume Isonzo [2]).

La profondità della falda freatica normale nella pianura varia evidentemente anche con la configurazione del substrato eocenico impermeabile; ove esso si avvicini alla superficie determina un riavvicinamento ad essa della falda e viceversa.

Il BRAMO ricorda un pozzo a S. Andrea profondo 47 m che in autunno dava solo scarsa acqua e viceversa lo scavo di un altro a Gorizia in Via Ponte Nuovo (N. 44) che a 14,5 m di profondità aveva già incontrato il substrato arenaceo- marnoso eocenico e una buona falda freatica [3]).

Sulla rapidità di filtrazione delle acque nel materasso ghiaioso in corrispondenza di quest'ultimo pozzo merita ricordare un particolare citato dal BRAMO. Egli infatti fa presente come quest'acqua, sempre buona per molti anni manifestava in seguito un sapore ingrato.

Analizzata il 3 dicembre 1902 si riscontrava in essa un contenuto in cloro, espresso come cloruro di sodio, di 7.98 grammi per ettolitro che tosto saliva a 12.28 grammi il 17 marzo 1903. La causa di questo

---

[1]) TARAMELLI - *Risposte ad alcuni quesiti* ecc. pag. 38 - 39.
[2]) BRESADOLA - *Il provvedimento dell'acqua* ecc. pag. 23.
[3]) BRAMO - 1903 pag. 39.

inquinamento era dovuta al fatto che sul terrazzo (alluvionale) sovrastante, sei metri più alto, s'era installato un lavoratorio di cordaiuoli che versava nel terreno le soluzioni cloridriche usate per imbianchire la canape. In pochi mesi dunque il cloro era riuscito ad attraversare uno spessore complessivo di 20 metri di alluvioni ghiaiose inquinando la sottostante falda freatica.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche della falda freatica della pianura goriziana faremo presente che in proposito furono eseguite su di essa gran numero di analisi dall'Istituto chimico agrario sperimentale di Gorizia; purtroppo però le notizie che si hanno sulle caratteristiche dei pozzi o delle fontane da cui si era attinta l'acqua sono troppo vaghe ed indefinite per poter trarre da quei dati analitici fondate deduzioni.

Nei registri d'analisi che conservano la memoria del lavoro eseguito ricorrono ad esempio le seguenti denominazioni: «Pumpbrunnen», «Tiefbrunnen», «Schöpfbrunnen», «Brunnen», «Schachtbrunnen», «Pozzo», «Cisterna», ecc. senza ulteriori indicazioni.

A parte dunque la difficoltà di dare un più specifico significato a questi diversi tipi di fontane, grava su esse l'incognita di sapere se esse attingono effettivamente ad una falda freatica naturale o non abbiano piuttosto un carattere più o meno spiccato di cisterna. Non abbiamo cioè alcuna garanzia che il pozzo sfrutti una profonda falda del sottosuolo oppure non attinga invece in bacini artificiali di raccolta di acque piovane o in zone ove si abbia voluto arricchire un'eventuale falda naturale facendovi convergere il contributo dello sgrondo dei fabbricati.

Gli alti tenori in cloro o in solfati e nitrati, frequentemente riscontrati, parlerebbero infatti in favore di questo inquinamento o mescolanza d'acqua di falde eventualmente naturali.

Nulla poi ci è detto, in genere, sulla profondità da cui proviene l'acqua.

Per questi motivi mi sono visto costretto ad eliminare un grande numero di analisi ed a scegliere solo quelle poche che davano maggior affidamento di rispecchiare effettivamente le caratteristiche della falda freatica naturale.

Il BRESADOLA a pag. 22 e seg. della sua relazione sul provvedimento dell'acqua potabile a Gorizia dice che nel progetto dell'ing. SMREKER (1892) si era preso in particolare considerazione il bacino di ghiaia situato verso mezzogiorno della città in quanto che non era

parso consigliabile cercare le acque del sottosuolo ai piedi dei monti; sia perchè qui le acque che s'infiltrano nel sottosuolo sono di diversa qualità, sia perchè solo a lunga distanza delle colline si ha la loro purificazione. Per esaminare dunque le condizioni del suolo e la qualità dell'acqua, il BRESADOLA ci dice che si fecero delle trivellazioni d'assaggio in un pozzo della Caserma d'Artiglieria e in un pozzo d'un Casello ferroviario. La trivellazione aveva potuto mettere in evidenza che in quella plaga il sottosuolo era costituito esclusivamente di ghiaia alternata a strati di conglomerato. Dice altresì che gli esami chimici e batteriologici avevano assicurato che l'acqua del sottosuolo era una buona acqua potabile.

È quasi certamente da mettersi in relazione a quanto sopra esposto i risultati di un'analisi sommaria di una «Tiefbrunnen» ossia d'un'acqua proveniente dal profondo sottosuolo, inviata dal Municipio di Gorizia il 27 giugno 1891, prelevata in corrispondenza della Caserma d'Artiglieria (attuali Caserme di Via Trieste). (Analisi N. 563 eseguita da BENESCHOVSKY). Essa presentava un residuo fisso a 130° C di 39 grammi per ettolitro (sostanze organiche 0.50) e una durezza totale di 17.6 gradi tedeschi.

Analisi più dettagliate si hanno su acque di sottosuolo prelevate nella zona di S. Pietro di Gorizia. Nel 1900 si analizzava un'acqua proveniente da una fontana («Brunnen») del Barone LOCATELLI in S. Pietro. (Analisi registrata al N. 3777 eseguita da PAPEZ).

Nel 1908 si analizzava l'acqua proveniente dal «Nuovo Manicomio» di Gorizia, situato sulla strada che conduce a S. Pietro ed inviata il 15 ottobre 1908 dall'Ufficio Edile Provinciale (Analisi registrata al N. 7264 eseguita da BENESCHOVSKY).

Le stesse acque furono analizzate un anno dopo con risultati poco dissimili.

Abbiamo buone ragioni di ritenere che queste acque provengano dal pozzo trivellato in quell'epoca dal Comune di Gorizia in detta località e che, da dati gentilmente fornitimi dall'Ufficio Tecnico Provinciale, ha incontrato la seguente successione di materiali:

	da metri	a metri	spessore metri
Terra vegetale	0,00	0,60	0,60
Ghiaia e conglomerato alluv. .	0.60	6,00	5,40
Conglomerato	6,00	12,65	6,65
Ghiaia grossa	12,65	28,50	15,85 (fondo del pozzo)
Argilla bleu	28,50	29,50	1,00

L'acqua veniva estratta con una pompa provvisoria dalla profondità di circa 8 metri e da uno strato costituito da una sabbia fina, omogenea, eminente calcarea [1]).

Riuniamo nella seguente tabella le caratteristiche chimiche della falda freatica dell'Alta pianura goriziana.

L'esame dei dati analitici su campioni pur prelevati a tanta distanza di tempo ci permette di constatare come essa abbia una composizione relativamente costante. Si tratta di acque dure, di durezza circa doppia di quella che si riscontra nelle acque fluviali dell'Isonzo.

Il residuo fisso oscilla fra i 40 e i 50 grammi per ettolitro ed è costituito quasi essenzialmente da carbonati di calcio e solo in piccolissima quantità da quelli di magnesio.

Il rapporto fra queste due basi alcalino-terrose pur essendo molto vicino a quello chi si incontra nelle acque dell'Isonzo, non deve farci pensare ad una concentrazione di quest'ultime, ma ad un effettivo arricchimento delle acque freatiche con sostanze solubilizzate durante un più lungo ed intimo contatto con le alluvioni ghiaiose attraversate nella loro infiltrazione.

Se si paragonano poi le caratteristiche chimiche di queste acque freatiche con quelle delle falde di più diretta alimentazione dell'Isonzo si rileva parimenti come esse siano anche rispetto a quest'ultime ancor sempre più ricche di sali solubili, pur mantenendo uno stesso rapporto fra le basi alcalino-terrose calcio e magnesio, il che si deve, fra l'altro, anche alla particolare caratteristica litologica del complesso imbevuto, costituito in fortissima prevalenza da rocce calcaree.

Facciamo infine presente che le analisi esposte ci possono solo servire di orientamento nello studio delle caratteristiche chimiche e idrologiche della falda freatica dell'Alta pianura goriziana.

Altre e ben più numerose ricerche sono necessarie per farci, fra l'altro, conoscere:

1. Se la falda freatica sia indipendente dalle infiltrazioni laterali dell'Isonzo oppure in quali tratti essa ne venga alimentata in modo prevalente.

2. Se la composizione è costante, oppure invece se presenta variazioni specialmente in rapporto ai periodi piovosi o a quelli di piena dell'Isonzo.

---

[1]) Nella relazione che accompagna l'analisi si fa presente che allora (1925) all'approvigionamento idrico di Lucinico provvedevano quattro pozzi pubblici ed altri privati e che in alcuni d'essi l'acqua si trovava a 28 - 30 m di profondità.

La successiva assisa deve ritenersi senz'altro il normale substrato eocenico arenaceo - marnoso a facies di *flysch*. Il frammento di legno incontrato a 78 m di profondità rappresenta probabilmente un residuo vegetale fossile non raro in detta sedimentazione; già molti anni fa avevo segnalato anch'io la presenza di tasche di carbone e di vegetali carbonizzati nella sedimentazione arenacea eocenica delle colline del Podgora.

Nella già ricordata pubblicazione del 1935 sul nuovo acquedotto di Gorizia, a pag. 10, si cita pure questo pozzo, o più esattamente si parla di due pozzi scavati già nell'anteguerra nei pressi dell'ospedale psichiatrico provinciale, che servivano per il suo approvvigionamento idrico, specificandoli con le seguenti parole: «Si tratta di due pozzi a cassone del diametro di metri 1,80 ciascuno e della profondità l'uno di 30 e l'altro di 27 metri, con un'altezza normale d'acqua di circa 2 metri» [1]).

Quanto esposto ci rafferma nella convinzione che questo sia il livello della falda freatica in detta località e con essa lo spessore della coltre ghiaiosa alluvionale riposante sul substrato più o meno impermeabile del profondo sottosuolo.

Nel 1927 l'Istituto analizzava un'altra acqua di sottosuolo situata a Vertoiba in Campisanti, e quindi sull'estremo orlo orientale della pianura goriziana in vicinanza dei colli omonimi.

L'acqua proveniva dal pozzo comunale sito nella frazione denominata «Cuklje», profondo 24 metri e con falda acquifera ad una profondità media di 14 - 15 metri dalla superficie. (Analisi registrata al N. 1103).

Sulle caratteristiche chimiche della falda freatica in destra Isonzo possiamo dire ben poco.

Nel 1895 (9 settembre) veniva analizzata sommariamente l'acqua del pozzo «Borgo della Madonna» di Versa, trovando una durezza di 16.8 gradi tedeschi ed un residuo fisso di 41.85 grammi per ettolitro. (Analisi registrata al N. 1331).

Nel 1925 venivano analizzate le acque di un pozzo situato a Lucinico in località «Cicinich» fra q. 99 e la collina di Pubrida.

---

[1]) Si faceva altresì presente che sembrava che l'acqua non risentisse sensibili variazioni di portata dopo abbondanti pioggie. Si rilevava altresì la sua eccessiva durezza totale che oscillava fra 33.92 e 31.17 *gradi francesi*. (Op. cit. pag. 10).

TABELLA VIII **Caratteristiche chimiche della falda freatica dell'Alta pianura goriziana e cormonese**

Località	Vertoiba fraz. Cuklje	S. Pietro di Gorizia	GORIZIA (S. Pietro) Nuovo Manicomio	GORIZIA Caserme di Via Trieste	LUCINICO di Gorizia „Clcinich"	BRAZZANO (Cormòns)	CORMÒNS (Viale R. Elena
Data	16-7-1927	14-12-1900	15-10-1908	1891	12-3-1925	2-10-1929	22-7-1927
Temperatura dell'acqua (in gradi C)	14°				10° 3	13°	
Temperatura dell'aria (in gradi C)	—				5°	17° 7	
Durezza totale (in gradi tedeschi)	20.8	20.8	20.1	17.6	24.2	11.81	27.5
Su 100.000 parti di acqua: (Grammi per ettolitro)							
Sostanza organica	8.06	0 90	0.04	0.50	0.52	0.40	2.80
Residuo fisso a 100° C	60.32	47.15	41.44	39.00 (a 130° C)	47.90	26.06	81.10
Ossido di calcio	16.90	16.56	16.30	—	18.67	10.63	22.90
Ossido di magnesio	3.90	3.03	2.73	—	3.99	1.14	4.60
Ossidi di ferro ed alluminio	tr.				tr.		
Anidride silicica	2.04				0.68	1.44	
Anidride solforica	4.20	1.75	tr.	tr.	2.77	0.82	4.60
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	—
Nitrati	ass.	tr.	tr.	ass.	ass.	ass.	—
Cloro	6.90		tr.	tr.	1.66	0.64	7.10
Cloro espresso come cloruro di sodio		2.27					

3. Quali possono essere i contributi della falda freatica che scende dalla pianura cormonese.

Riferendoci a questo terzo punto è bene tener presente che *le acque freatiche del sottosuolo ghiaioso cormonese* appartengono evidentemente ad un sistema idrografico indipendente dall'Isonzo.

Il Versa segna all'incirca con il limite geologico anche quello idrografico delle due regioni freatiche.

Ben poco possiamo dire sulle caratteristiche chimiche di questa falda che dovrebbe venir alimentata dall'Iudrio, dalle acque meteoriche di diretta infiltrazione e da quelle che si riversano sulla pianura con i temporanei torrentelli che scendono dalle attigue colline, come pure probabilmente da falde profonde scendenti dalla soprastante pianura che si attesta ai varchi di Corno di Rosazzo o alimentate da una più diretta infiltrazione del Natisone.

In altri precedenti miei lavori ebbi già modo di accennare ripetutamente agli intimi legami genetici che vincolano la pianura cormonese coll'antico sistema fluvioglaciale del Natisone; appare pertanto cosa molto probabile che ad una continuità geologica possa corrispondere pure una certa continuità idrografica sotterranea.

Un'analisi importante per la conoscenza di una falda freatica piuttosto profonda che investe la pianura cormonese è certamente quella eseguita dall'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia sulla falda che alimenta il pozzo aperto una ventina d'anni fa a S. Rocco di Brazzano con lo scopo di provvedere all'approvigionamento idrico di Cormòns e paesi vicini.

Dalle relazioni custodite nell'archivio di detto Istituto si apprende che il pozzo stà nelle vicinanze della strada maestra che da Cormòns conduce a Brazzano a breve distanza dal colle di S. Giorgio.

Il pozzo, rivestito di cemento, è profondo circa 23 metri; attraversa alluvioni ghiaiose e alla profondità di circa 11 metri uno strato di conglomerato dello spessore di trenta centimetri. Il pelo dell'acqua si trova ad una profondità quasi costante di 19.30 metri.

La temperatura dell'acqua, alle ore 11 del 2 ottobre 1929 (quando fu prelevato il campione per l'analisi) era di 12°95 C avendosi all'aria una temperatura di 17°7 C.

La sua durezza era di 11.8 gradi tedeschi e data quasi esclusivamente da carbonati di calcio. Può così sembrare caratteristica per quest'acqua la piccolissima percentuale dei carbonati di magnesio e significativi l'alto contenuto in cloruri, in solfati e in silice, tanto più

così pure in falde freatiche che stanno nelle immediate vicinanze di tali rilievi collinosi. Talora in esse si nota pure un aumento del tenore in solfati.

Escludendo, come si disse, le cause più comuni di inquinamento, chè non sempre trovano giustificata invocazione, escludendo del pari il tenue contributo di cloruro sodico apportato al terreno con le acque meteoriche [1]), perchè in tal caso esso dovrebbe esser comune a tutte le altre sorgenti vicine, non ci resta che pensare ad un più stretto legame delle acque con il substrato o con la massa litologica con cui vengono a contatto.

Effettivamente nulla vieta di supporre che le marne o comunque le rocce argillose, che tanta parte hanno nella costituzione dei complessi sedimentari eocenici, in qualità di sedimenti marini, possano tener racchiusi residui salini che possono di conseguenza esser ceduti alle falde che le imbevono o che le attraversano.

Ritengo che ricerche istituite in tal senso potrebbero esser molto utili anche per dare una più giusta interpretazione al contenuto talora notevolmente elevato di cloro che si riscontra in pozzi scavati nel complesso arenaceo-marnoso a facies di *flysch* del Goriziano e che in certi casi riesce molto difficile far risalire ad inquinamenti ad opera di inesistenti letamai o pozzi neri situati nelle vicinanze od anche, per altre ragioni, ad essi stessi qualora presenti.

3. Caratteristiche chimiche delle falde artesiane più comuni della Bassa pianura goriziana.

Negli anni passati questo Istituto ha compiuto numerose analisi di acque artesiane attinte alle falde che scorrono in profondità nel sottosuolo di questa regione.

Purtroppo però anche qui l'incompleta conoscenza delle caratteristiche del pozzo battuto rendono aleatorie le conclusioni che si potrebbero trarre dall'esame dei reperti analitici. Esse tuttavia ci possono servire ugualmente non fosse altro che per illuminare il corso delle future indagini.

---

[1]) Sull'entità di questi contributi per la pianura friulana vedi i seguenti lavori dello scrivente:
Osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana. Anni 1928 e 1929. «Annali della Stazione chimico-agraria sperimentale di Udine». Serie III. vol 2. - Udine 1930.
Un secondo biennio di osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana (1930-1931) e risultati riassuntivi del quadriennio 1928-1931. Ivi. Udine 1932.

se si considera l'assenza di composti d'azoto, ossia di nitriti, nitrati e d'ammoniaca.

Il De VARDA ritiene che «le quantità, piuttosto rilevanti, di cloruri e solfati, riscontrate nell'acqua, devonsi probabilmente attribuire alle impurità e al rivestimento in calcestruzzo (non ancora sufficientemente stabilizzato) del pozzo scoperto; ciò che spiegherebbe anche l'alto contenuto di silicati riscontrato nell'acqua».

Come vedremo in seguito l'origine di questi cloruri e solfati può forse risalire ad altre cause.

Ricordiamo ancora come in un'acqua, analizzata il 19 settembre 1899 da PAPEZ (Registrata al N. 3028) su un campione inviato dal Barone LOCATELLI da Angoris presso Cormòns (e probabilmente prelevata in un pozzo della stessa località) si abbia riscontrato una durezza simile a quella sopracitata; ossia di 13.7 gradi tedeschi. Il residuo fisso era di 37.80 grammi per ettolitro; si notava altresì assenza di ammoniaca, di nitriti e di solfati; si segnalavano, invece, tracce di nitrati e di cloro.

Altre acque di pozzo prelevate nel Cormonese hanno dato gradi di durezza ancor più elevati. Così nell'acqua prelevata il 22 luglio 1927 in un pozzo situato nell'allora Casa Falzari, in Viale Regina Elena, si riscontrava una durezza di 27.5 gradi tedeschi, data in assoluta prevalenza da carbonati di calcio.

Insistiamo nel far presente che quanto si è ora esposto ha solo un carattere informativo e che non è pertanto lecito trarre conclusioni di carattere generale.

Solo dopo aver accuratamente indagato sulle caratteristiche generali e particolari delle falde freatiche della pianura cormonese e dopo aver sistematicamente seguite le più specifiche caratteristiche chimiche delle acque prelevate secondo un preciso piano di ricerca, si potranno ottenere quelle auspicate conoscenze che oggi ancora non possediamo.

Interpretazione della presenza di cloruri nelle acque freatiche dell'Alta pianura goriziana e in certe sorgenti della valle dell'Isonzo.

Come si è visto un certo numero di sorgenti nella valle isontina e di acque freatiche dell' *Alta* pianura goriziana presenta sensibili percentuali di cloruri che non si possono, a fil di logica, far sempre risalire alle consuete più comuni cause di inquinamento.

È caratteristico poi il fatto che la maggior diffusione di queste acque con presenza di cloruri si rinviene in sorgenti che sgorgano o che sono comunque in vicinanza di sedimenti arenaceo-marnosi eocenici;

della Bassa pianura del Goriziano.

gnano	Fiumicello			Monastero	Aquileia		
	Isola dei Dossi	S. Egidio			Piazza S. Giovanni	Piazza Capitolo	Museo archeologico
1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	5.1-1902
11.36	10.75	11.40	11.90	12.37	12.09	12.25	12.2
0.77	4.58	0.45	0.63	0.46	1.28	0.95	0.82
21.80	27.78	22.10	25.75	25.45	27.01	25.34	25.62
6.87	5.80	7.83	6.75	7.22	7.13	7.07	7.00
3.21	3.54	2.55	3.68	3.68	3.54	3.70	3.69
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1.21
tr.	ass.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	presenza
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

TABELLA IX

Caratteristiche chimiche di falde artesiane

Località	S. Canciano (Pieris) a 24 m. di prof.	Scodovacca	Terzo (Piazza)	C e r v i
Data	9-7-1900	1899	1899	1899
Temperatura dell'acqua (in gr. C.)	12°5			
Temperatura dell'aria (in gr. C.)				
Durezza totale (in gradi tedeschi)	9.49	9.09	11.54	11.36
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)				
Sostanza organica	0.41	0.79	1.44	0.23
Residuo fisso a 100° C	19.53	16.76	22.55	22.00
Ossido di calcio	6.66	6.25	6.92	6.87
Ossido di magnesio	2.02	2.03	3.30	3.21
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitriti	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitrati	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.	tr.

della Bassa pianura del Goriziano

g n a	Casa Vescovo	S t r a s s o l d o			M u s c o l i		Versa
a 64 m di profondità	(Paludo Camerata)	Molin di Ponte		Villa Kuhn	Bovaria	Villa Kuhn	Piazza della Madonna
1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899
12.22	10.36	11.97	11.42	10.72	12.25	11.43	12.70
0.82	3.32	0.46	0.54	1.13	1.01	0.51	0.96
26.15	24.72	22.68	22.90	20.95	23.82	22.20	24.95
7.03	6.05	7.53	7.18	6.71	7.65	6.96	9.75
3.71	3.08	3.17	3.03	2.86	3.29	3.19	2.11
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
tr.	ass.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	tr.	ass.
ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.

TABELLA X

Caratteristiche chimiche di falde artesiane

Località	Monastero-Beligna	B e l i	
		a 34 m di profondità	a 54 m di profondità
Data	1899	1899	1899
Temperatura dell' acqua (in gradi C)			
Temperatura dell' aria (in gradi C)			
Durezza totale (in gradi tedeschi)	13.25	12.00	12.10
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)			
Sostanza organica	9.05	7.64	1.26
Residuo fisso a 100° C	27.16	24.05	26.28
Ossido di calcio	8.27	7.42	6.80
Ossido di magnesio	3.56	3.27	3.78
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	ass.	ass.	ass.
Nitriti	tr.	tr.	ass.
Nitrati	ass.	tr.	ass.
Cloro	tr.	tr.	tr.

TABELLA XI

Caratteristiche chimiche di falde freatiche profonde del Goriziano.

Trivellazioni di Grado e isole contermini

Località	Grado (Piazza Grande) Falda a 80 m di profondità		Grado Falda a 217 m di profondità						Isola di Ravaiarina Falda a 70 m di profondità	
Data	24-6-1893	26-8-1893	aprile 1900	mag. 1900	nov. 1900	dic. 1901	aprile 1903	dic. 1903	11-1-1904	aprile 1904
Temperatura dell'acqua (in gr. C)	—	—	$23^{0}3$	—	—	—	—	—	$17^{0}7$	—
Temperatura dell'aria (in gr. C)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durezza totale (in gr. tedeschi)	29.3	29.2	6.75	6.72	6.71	6.67	6.62	6.68	16.08	16.23
Su 100.000 parti di acqua: (grammi per ettolitro)										
Sostanza organica	19.55	18.25	14.35	12.67	11.35	10.78	10.17	10.20	10.78	9.80
Residuo fisso a 100° C	95.20	87.50 (a 140° C)	86.90	76.26	67.33	64.45	63.32	63.40	52.88	55.67
Ossido di calcio	—	—	3.70	3.63	3.55	3.34	3.02	2.90	7.40	7.72
Ossido di magnesio	—	—	2.18	2.21	2.26	2.38	2.57	2.70	6.20	6.08
Ossidi di ferro e di alluminio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anidride silicica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anidride solforica	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Ammoniaca	tr.	pres.	tr.	tr.	tr.	ass.	ass.	ass.	pres.	pres.
Nitriti	0.02	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Nitrati	0.40	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Cloro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(Cloro espresso come Na Cl)	28.01	21.69	46.68	37.77	31.94	28.84	25.18	24.88	tr.	tr.

Il primo fatto importante che si può constatare pone in rilievo come la composizione chimica di queste acque si stacchi nettamente tanto da quella della falda più direttamente alimentata dalle acque di infiltrazione dell'Isonzo, quanto da quella della falda freatica che scorre nel sottosuolo dell'Alta pianura goriziana.

Le acque artesiane della Bassa pianura hanno una durezza intermedia alle due falde ora citate e sopratutto una maggiore ricchezza di carbonati di magnesio; il rapporto fra calcio e magnesio è di conseguenza più stretto.

La ricerca di tale variazione costituisce pertanto un problema molto interessante. Forse non sono estranei intimi legami con la costituzione litologica delle più profonde assise sedimentarie, oppure, più probabilmente, connessioni con falde freatiche di più lontana provenienza.

Interessante può essere in riguardo il confronto fra la composizione chimica delle acque sgorganti dalle polle di risorgenza (che rappresentano quindi la falda freatica più superficiale) e quelle artesiane della stessa località. Se i dati che sono a nostra disposizione non rappresentano solamente una particolarità non generalizzabile, si dovrebbe concludere che mentre fino a Scodovacca la falda più superficiale presenta ancora un più largo rapporto fra le due basi alcalino terrose, facendo pertanto presumere una probabile pertinenza al sistema isontino, a Cervignano, come pure nella regione a monte di questa cittadina (Muscoli, Strassoldo, ecc.), il sopracitato rapporto in dette falde superficiali, si fa più stretto e diviene più affine a quello delle falde artesiane. Ciò farebbe pensare ad una espansione in profondità di acque provenienti da occidente che attraversano in effetti complessi alluvionali più ricchi di elementi dolomitici.

Viceversa può essere pure istruttiva la composizione chimica dell'acqua proveniente dal pozzo artesiano battuto a Versa [1]) che presenta un rapporto fra le due basi alcalino-terrose ancora largo, attribuibile quindi ancora ad una alimentazione isontina o locale.

Ripeto che le deduzioni qui esposte hanno solamente un carattere informativo e che attendono ancora conferma da più specifiche ricerche.

---

[1]) Ci permettiamo però di dubitare che l'acqua così specificata nel registro d'analisi sia effettivamente acqua artesiana, data la posizione geografica di Versá a meno che non si tratti che di una artesianità parziale.

Questo pozzo, inoltre, è probabilmente quello stesso di cui dà notizia l'analisi registrata al N. 1640 del 15 dicembre 1896, proveniente dal pozzo artesiano di Versa dalla profondità di 51 metri, con i seguenti dati: Residuo fisso, 24.20 g per hl; durezza totale 12.2 gradi tedeschi; traccie di cloruri e di solfati; assenza di ammoniaca, di nitriti e di nitrati.

pozzo. Però durante questo primo tempo, a causa di una frana, che si venne a verificare al culmine interno del pozzo, l'immensa colonna d'acqua che sgorgava dalla vena ghiaiosa incominciò a perdere la sua limpidezza.

In considerazione di ciò, le autorità competenti, d'accordo con l'Ufficio tecnico del Comune di Grado, stabilirono di richiudere la seconda sorgente tenendola in osservazione. Cosa che infine, verso ottobre scorso, suggerì la necessità di un'opera radicale, opera che ha portato alla conclusione attuale.

I lavori di sondaggio e di riattamento furono iniziati nel marzo scorso . . .

Finalmente l'altro ieri una colonna d'acqua è venuta da 216 metri di profondità a coronare gli sforzi degli operai addetti ai lavori del secondo pozzo artesiano . . .»

Riuniamo nella seguente tabella le caratteristiche chimiche più salienti dell'acqua del pozzo battuto nel 1900.

Da esse riconosciamo il rapporto molto stretto che intercorre fra le basi alcalino-terrose, superiore a quello delle comuni falde artesiane precedentemente illustrate; la considerevole percentuale di cloruri, tuttavia in progressiva diminuzione come pure le piccolissime quantità di ammoniaca e di sostanza organica.

Degno di particolare rilievo, si segnala il basso grado di durezza di queste acque.

Durante tre anni e mezzo di sistematiche osservazioni l'acqua ha presentato un costante miglioramento agli effetti della potabilità e, agli effetti idrologici, una maggiore diluizione.

Ricordiamo infine che negli anni successivi altri pozzi profondi sono stati battuti a Grado; così nel 1937, 1939 e 1947. Le acque tuttavia non furono analizzate da questo Istituto, almeno non si trova ricordo.

Su altre falde artesiane delle isole vicine a quella di Grado il PAPEZ, nel citato lavoro, illustra quella trovata nell'isola di Ravajarina, situata a settentrione di Grado, in corrispondenza di un pozzo profondo 70 metri.

Ultimato il 19 dicembre 1903 dava 100 litri al giorno. La temperatura dell'acqua era di 17°7 C. Facendo il confronto fra le temperature e le profondità di questa falda con quella di Grado si deduce un aumento termico di 3°74 C ogni 100 metri di profondità.

L'acqua artesiana di Ravajarina si dimostra straordinariamente ricca di composti magnesiaci e con presenza di ammoniaca; è tuttavia quasi esente di cloruri; ricca, invece, di sostanze organiche.

4. Caratteristiche chimiche delle falde artesiane più profonde del Goriziano.

Ci pare interessante ricordare qui le analisi eseguite mezzo secolo fa dall'Istituto sulle acque provenienti dal profondissimo sottosuolo di Grado e pubblicate in un ormai rarissimo opuscolo dal titolo: «L'Acqua ed il Terreno di Grado e del vicino estuario» del dott. A. N. PAPEZ (Gorizia 1904).

La penuria di acqua potabile a Grado aveva spinto le autorità locali già nel 1893 a tentare una trivellazione profonda nell'area dell'allora Piazza Grande della città.

L'acqua dolce scaturì dalla profondità di 80 metri. Il 24 giugno 1893 poco dopo la trivellazione del pozzo fu prelevato un campione dell'acqua e così pure due mesi dopo, ossia il 26 agosto 1893. L'acqua in entrambi i prelevamenti si era dimostrata inodora e insapora ossia, come si diceva, «priva di sapore estraneo».

Questa fonte, dopo due anni di continuo gettito, cominciò ad esaurirsi nel 1895 per inaridirsi del tutto nel 1897.

Al principio del 1900 il Comune con l'aiuto del Governo, perforò un altro pozzo, a circa 50 metri dal mare, trovando a ben 217 m una vigorosa falda artesiana in corrispondenza di un banco di ghiaia.

L'acqua versata nelle 24 ore era di circa 30.000 ettolitri; la temperatura era di 23°3 C [1]).

Circa la costruzione del secondo pozzo artesiano a Grado [2]) credo potrà interessare il ricordo di quanto scriveva il «Piccolo della Sera» di Trieste in data 15 maggio 1930 sotto il titolo: *Il rifornimento idrico di Grado.*

«La costruzione del secondo pozzo artesiano venne ultimata la primavera scorsa e dopo l'analisi chimica e batteriologica, che riscontrò l'acqua pura sotto tutti gli aspetti, si collegò senz'altro questo potente gettito di trenta litri al minuto secondo con l'altra sorgente del primo

---

[1]) Il SACCO nella sua *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana* (Torino 1912) ricorda il pozzo di Grado battuto nel 1900 e parlando della temperatura delle acque riscontrate alla profondità di 217 m dice esser essa di 17°-18°. (Pag. 313). Riportando poi la sezione del pozzo specifica ulteriormente la temperatura di questa falda profonda in 16°5 C. (Pag. 315).

Ci si chiede se il contrasto di questi dati con quelli del PAPEZ possa risalire ad uno scambio di gradi R con gradi C. 18° R corrispondono infatti a circa 23° C e si vuole far presente come nel Goriziano alla fine del XIX secolo la scala R era usata molto più largamente che non quella di Celsio.

[2]) Leggendo la ora citata opera del SACCO è lecito chiedersi quale sia il preciso significato di «secondo pozzo».

V. - Conclusioni riassuntive.

Lo studio delle analisi raccolte e pubblicate nel presente lavoro darebbe adito alle seguenti conclusioni:

1. Le acque della sorgente dell'Isonzo sono dotate di una relativa grande purezza avendo una durezza di soli 4.1 gradi tedeschi, corrispondente ad un contenuto in ossido di calcio di 3.73 g per ettolitro e di 0.50 g di ossido di magnesio.

2. Questa caratteristica non viene però mantenuta a lungo dal corso fluviale che da esse trae origine. Si può invece ritenere che dopo la confluenza dell'Idria le acque dell'Isonzo assumano una fisionomia abbastanza netta e, nell'insieme, relativamente costante. La durezza delle acque sale così a 7.6 gradi tedeschi ed è data da un contenuto medio in ossido di calcio di 5.70 g per ettolitro e di 1.34 g di ossido di magnesio.

3. Si hanno buoni motivi per ritenere che mentre il grado di durezza delle acque fluviali può aumentare già con i primi affluenti dell'Isonzo, l'afflusso di maggiori quantità di carbonati di magnesio si accentua appena nei pressi di Tolmino per completarsi alla confluenza dell'Idria.

L'esame delle sorgenti dell'Alto Isonzo ha infatti messo in evidenza che queste acque pur avendo una durezza simile, od anche inferiore, a quella della media generale dell'Isonzo, essa tuttavia è data quasi esclusivamente da carbonati di calcio; il contenuto in magnesio è scarso e, in relazione al calcio, in dosi inferiori a quelle stesse della sorgente dell'Isonzo.

Ne deriva dunque che le acque dell'Alto Isonzo potranno bensì aumentare l'originaria durezza delle acque fluviali, ma non restringere il rapporto fra le basi alcalino-terrose, sibbene, piuttosto, allargarlo.

I primi notevoli afflussi di acque più magnesiache giungono all'Isonzo nei pressi di Tolmino (vedi sorgenti di Gabrie e acque della Tolminca) ove per l'appunto le rocce più tipicamente dolomitiche cominciano ad avere più sensibile consistenza e diffusione.

Ci porterebbe fuori tema discutere l'origine di queste particolarità delle falde ~~freatiche~~ artesiane lontane dalla terra ferma. Merita tuttavia far rilevare la grande differenza che intercorre fra queste acque e quelle fluviali, di risorgiva e di comune artesianità precedentemente illustrate. Differenze che riguardano sia la quantità di residuo fisso, sia il rapporto fra calcio e magnesio, sia il contenuto in sostanze organiche, cloruri e composti azotati.

Non ritengo, infine, che si debba supervalutare l'importanza della temperatura nei riguardi della provenienza di queste acque. Ci ammoniscono in proposito le sorgenti di Doberdò e le caratteristiche della falda freatica superficiale che scorre nel Campo di Osoppo ove in pieno estate si sono riscontrate temperature anche inferiori a quelle di Fontefredda.

8. Le acque freatiche di più diretta ed immediata infiltrazione isontina hanno caratteristiche chimiche molto affini a quelle del corso fluviale. Via via che ci si allontana dall'Isonzo, o che si scenda in profondità, aumenta il grado di durezza e con esso la percentuale dei carbonati di calcio e di magnesio tenuti in soluzione.

Lo studio delle risorgive che sgorgano in destra Isonzo fa inoltre supporre che il Fiume di Terzo costituisca approssimativamente un limite fra l'affioramento di una falda alimentata in modo prevalente dall'Isonzo ed un'altra situata più a ponente e da questa relativamente indipendente.

9. Le acque freatiche più profonde dell'Alta pianura goriziana si distinguono per una considerevole durezza (21 gradi), tre volte circa maggiore di quella dell'Isonzo, data in fortissima prevalenza da carbonati di calcio. (Il materasso ghiaioso attraversato è infatti costituito quasi esclusivamente da calcari grigi selciferi del Giurese e del Cretaceo).

Poco possiamo dire sulle caratteristiche idrologiche di questa falda sotterranea. È tuttavia logico supporre che il torrente Versa segnando all'incirca il limite geologico occidentale dell'espansione alluvionale würmiana, e più antica, isontina segni altresì il limite idrologico di questa falda sotterranea; la pianura cormonese dovrebbe pertanto essere investita da falde di altra origine dipendenti cioè da un altro sistema idrografico.

10. Le falde artesiane della Bassa pianura goriziana hanno una composizione chimica diversa sia quella del corso fluviale dell'Isonzo e sue più immediate infiltrazioni, sia da quella freatica che imbeve il sottosuolo dell'Alta pianura goriziana.

La durezza è fra queste intermedia e può riuscire caratteristica la maggiore compartecipazione dei composti magnesiaci. Il rapporto fra calcio e magnesio è di conseguenza più stretto. Vi sono ragioni per supporre che essa sia alimentata in prevalenza da correnti provenienti da ponente che attraversano sedimenti alluvionali più ricchi di elementi dolomitici.

Sebbene ci manchino analisi in riguardo, riteniamo tuttavia essere l'Idria il principale affluente dell'Isonzo che reca il più importante contributo di sostanze magnesiache. Nel suo bacino idrografico, infatti, le dolomie triasiche trovano la loro massima diffusione.

Le sorgenti di Chiapovano parlano a lor volta in favore di tale tesi.

Le sorgenti situate nella Bassa valle dell'Isonzo non danno particolare contributo al fiume stesso. Esse ci dimostrano però come le acque di questo settore possono bensì avere una durezza più elevata, ma legata quasi essenzialmente a carbonati di calcio.

4. La sopraccennata caratteristica chimica media delle acque dell'Isonzo tende a mantenersi costante nel tempo. Variazioni si hanno invece durante i periodi piovosi e di conseguenza con le piene del fiume. Non sembra invece esistere rapporto direttamente proporzionale fra la quantità dei materiali tenuti in sospensione (materiali di torbida) e la durezza delle rispettive acque (filtrate); sembra anzi che un tale eventuale rapporto abbia carattere inverso.

5. La temperatura delle acque fluviali oscilla con le stagioni fra un medio minimo invernale di 6°5 C ed un medio massimo estivo di 21° C, presentando di conseguenza un'oscillazione termica media annuale di circa 14-15° C.

6. Paragonando le acque della sorgente dell'Isonzo con le altre, maggiori, delle vicine regioni carsiche si nota come le più affini ad essa siano quelle del Liach, quelle del Hubel e di S. Paolo. Si tratta infatti di acque anch'esse molto pure con una durezza di soli 4.5 - 5.5 gradi tedeschi.

Sebbene sia molto probabile che la durezza delle acque delle sorgenti carsiche stia in relazione con la velocità di infiltrazione e di efflusso, riteniamo che siano necessarie molte osservazioni sistematiche e studi specializzati prima di fare ulteriori deduzioni su questo argomento.

7. Circa l'origine delle acque di Fontefredda una sola cosa è certa: esse, cioè, non si possono considerare acque di esclusiva infiltrazione isontina. Non ritengo tuttavia prudente escludere definitivamente la possibilità di un parziale contributo dell'Isonzo, come pure non ritengo possa accettarsi definitivamente la possibilità di una loro provenienza dall'altipiano della Bainsizza senza prima procedere ad un accuratissimo riesame geologico della regione uniformato ai recenti acquisiti progressi delle conoscenze su questa contrada.

*

Le conclusioni che qui siamo venuti esponendo rappresentano la deduzione logica di uno studio sui reperti analitici che si sono potuti avere a disposizione.

Esse servono non solo ad orientare le idee su questi importanti argomenti, ma anche, sopratutto, per impostare ogni altra più specifica ricerca in riguardo.

Una ben più vasta documentazione su ogni argomento trattato si rende, infatti, ancora indispensabile prima che le conclusioni qui prospettate possano considerarsi definitive.

11. Le falde artesiane più profonde possono avere una composizione variabile da luogo a luogo ed anche con la durata di erogazione. Riferendoci alle falde della zona di Grado sembra essere caratteristica generale di queste acque la presenza in esse di cloruri, di ammoniaca e alle volte di nitriti e di nitrati; il che non può destare meraviglia se si considera l'ambiente lagunare in cui si è deposta gran parte di queste assise sedimentarie alluvionali.

Le analisi che sono a nostra disposizione lascierebbero intravedere come le caratteristiche di queste falde ~~freatiche~~ migliorano (rispetto alla potabilità) con lo scendere in profondità e con la durata dell'erogazione delle acque stesse. Esse cioè, nel primo caso, divengono meno dure; tutte, poi, diminuerebbero col tempo il contenuto originario in cloruri e degli accennati composti azotati.

Il rapporto calcio: magnesio è molto stretto notandosi pertanto sotto questo rispetto la seguente graduatoria media fra le acque delle varie provenienze contemplate nel presente studio:

Acque fluviali dell'Isonzo.

$CaO : MgO = 5.7 : 1.34 = 1 : 0.235$

Acque freatiche di presumibile più diretta infiltrazione isontina e di risorgiva alimentate prevalentemente dall'Isonzo.

$CaO : MgO = 7.01 : 1.8 = 1 : 0.26$

Acque freatiche dell'Alta pianura goriziana.

$CaO : MgO = 16.6 : 3.22 = 1 : 0.19$

Acque artesiane superiori.

$CaO : MgO = 7 : 3.23 = 1 : 0.46$

Acque artesiane mediamente profonde (circa 100 m).

$CaO : MgO = 7.56 : 6.14 = 1 : 0.81$

Acque artesiane profonde (oltre 200 m).

$CaO : MgO = 3.35 : 2.38 = 1 : 0.71$

Credo che detto rapporto abbia notevole interesse per lo studio della provenienza di queste ~~falde freatiche~~ acque.

12. Circa l'origine dei cloruri nelle acque freatiche dell'Alta pianura goriziana e in certe sorgenti della valle dell'Isonzo si prospetta la possibilità che in certi casi essi possano derivare dalla solubilizzazione di cloruri inclusi nelle rocce argillose che costituiscono i sedimenti litologici attraversati o comunque venuti in contatto con le acque freatiche.

BIBLIOGRAFIA

Accanto al materiale conservato negli archivi dell'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia si segnalano le seguenti principali pubblicazioni che più direttamente riguardano quanto esposto nelle pagine precedenti:

BOLLE G.: *Analisi chimica dell'acqua delle sorgenti del Monte Cronberg* in *L'analisi chimica dell'acqua potabile.* «Atti e Memorie dell'I. R. Società Agraria di Gorizia». - Gorizia 1884.

BRAMO G.: *Relazione e proposta sull'approvigionamento dell'acqua potabile.* - Gorizia 1903.

BRESADOLA P.: *Il provvedimento dell'acqua potabile a Gorizia.* - Gorizia 1902.

— *Discussioni sul problema dell'acqua potabile a Gorizia.* - Udine 1903.

COMELLI F.: *Relazione sul provvedimento d'acqua per la città di Gorizia.* - Gorizia 1887.

PIRAS L. - REINOLDI P. - ROSSARO G. - ABRILE A.: *Il nuovo acquedotto di Gorizia.* - Genova 1935.

TARAMELLI T.: *Risposte ad alcuni quesiti della spettabile Amministrazione civica della città di Gorizia riguardante il provvedimento dell'acqua potabile.* - Pavia 1903.

Per lo studioso si segnalano inoltre le seguenti pubblicazioni catalogate nella Biblioteca Governativa di Gorizia:

COLOMBO G.: *Relazione sul progetto della I parte del nuovo acquedotto della città di Gorizia.* - 1904. (B. St. Miscell. C 362).

GRABLOVITZ A.: *Progetto d'acquedotto per Gorizia.* - 1898. (B. St. Miscell. B 154; BC. Lc 1706 a).

KATZENSCHLAEGER F. A.: *Il provvedimento d'acqua per la città di Gorizia.* - 1885 (BC. Lc 1701).

MACHNITSCH e JAKSCHE: *Befund und gutaechtliche Aeusserung betreffend die Beeintraechtigung der am Hubelbache liegenden Wasserwerke.* - 1909. (B. St. Miscell. B 1998).

N. N.: *Relazione intorno ai mezzi di fornir d'acqua la città di Gorizia rassegnata dalla Commissione a quest'uopo istituita.* - 1871. (B. C., Lc 2118 e Lc 1706).

SMREKER O.: *Progetto per il provvedimento d'acqua della città di Gorizia.* - 1890. (BC, Lc 1709).

INDICE